MATERYAŁY

do embryogenii i histogenii równonogów (Isopoda)

przez

Józefa Nusbauma.

Z tablicami I—VI.

Rzecz przedstawiona na posiedzeniu Wydz. mat.-przyr. z d. 4 kwietnia 1892; ref. Czł. Wierzejski.

I. Wstęp. Sposób badania.

Do studyów niniejszych służył mi głównie równonóg morski *Ligia oceanica* L., a w części także stonóg *(Oniscus murarius)*. Ten ostatni był, jak wiadomo, badany przez p. Bobreckiego, któremu embryologia równonogów zawdzięcza najważniejsze odkrycia; prócz tego i ja sam zajmowałem się jego rozwojem i swego czasu sprostowałem spostrzeżenia p. Bobreckiego, co do powstawania przewodu pokarmowego, roli t. z. komórek żółtkowych, a także opisałem dokładniej powstawanie serca, oraz poruszyłem niektóre punkta, tyczące się rozwoju systemu nerwowego. Ze względu zatem na stonoga, praca niniejsza stanowić będzie niejako dopełnienie dawnych moich poszukiwań, podaję w niej bowiem pewne fakta nowe, dotąd nieopisane. Co się zaś tyczy *Ligii,* to postać ta nie była dotąd ściśle badaną przez nikogo, istnieją bowiem pod tym względem tylko dawne poszukiwania Rathkego, odnoszące się do zmian zewnętrznych, wykonane bez metody przecięć, oraz bez preparowania

pasków zarodkowych, a więc nieodpowiadające warunkom dzisiejszego badania embryologicznego. Wiadomość tymczasowa o rezultatach niniejszej pracy została ogłoszona w Biuletynach Akademii w r. 1892, oraz w „Biologisches Centralblatt“ (1891, 92).

Niniejszą pracę wykonałem w ciągu trzech lat (1889—92), po części w stacyi zoologicznej Concarneau (w Bretanii), należącej do Muzeum historyi naturalnej w Paryżu, po części zaś w mojej niegdyś pracowni zoologicznej przy nieistniejącym już dziś ogrodzie zoologicznym w Warszawie, oraz w pracowni biologicznej warszawskiego Tow. lekarskiego. Ponieważ *Ligia* jest głównym przedmiotem niniejszej pracy, przeto wszystkie poniżej opisane fakta, przy których nie nadmieniam wyraźnie, że stosują się do stonoga, odnoszą się do *Ligii*.

Ligia zamieszkuje wybrzeża morskie, w granicach przypływu i odpływu. Przez całą wiosnę i lato (tak jest przynajmniej na północno-zachodnim brzegu Francyi) napotykać można samice, noszące pod sobą (jak i inne równonogi) jaja i młode w różnem stadyum rozwoju; zbieranie materyału jest więc w skutek tego bardzo ułatwione. Samice, mające bardzo młode jaja, w pierwszych fazach rozwoju, umieszczałem w oddzielnych teraryach i co pewien przeciąg czasu wydobywałem z ich jamy lęgowej jaja, konserwując je odpowiednio. Taki sposób postępowania jest jednak niepraktyczny, samice bowiem, trzymane w niewoli, a zwłaszcza po kilkakrotnem wydobyciu jaj z ich jamy lęgowej, prędko bardzo zamierają, co wpływa też niekorzystnie na żywotność jaj i zarodków. Jaja więc, zachowywane w ten sposób, mogły mi służyć tylko częściowo do kontroli wieku zarodków. Ponieważ zaś, prócz tego, na jajach, rozpatrywanych w całości, z największą łatwością daje się ocenić stosunkowy wiek zarodków (naturalnie po należytem obyciu się z materyałem), zachowywałem więc także jaja w różnych fazach rozwoju, wybierane z rozmaitych osobników, segregując je i utrwalając w odpowiednich odczynnikach. Tym sposobem zebrałem bardzo obfity materyał jaj i zarodków, najrozmaitszych i stopniowo po sobie następujących stadyów.

Zasługuje na uwagę, iż w ogóle raz w miesiąc, a mianowicie w okresie największego przypływu i odpływu morza, działalność reprodukcyjna naszego równonoga najbardziej się wzmaga i wtedyto można zbierać dziesiątkami ciężarne samice.

Co się tyczy techniki badania, zaznaczę, że najodpowiedniejszym środkiem utrwalającym i stwardzającym jaja równonogów jest $3^0/_0$ roztwór kwasu azotnego, a następnie działanie alkoholu; przeważnie więc stosowałem tę metodę. Co się tyczy preparowania pasków zarodkowych, niezbędnego nietylko do kontroli rezultatów, otrzymanych na skrawkach, lecz i do rozwiązania pewnych specyalnych kwestyj, których na samych skrawkach nigdy nie można rozstrzygnąć, to badałem je również na jajach, traktowanych uprzednio w ciągu 15—20 minut $3^0/_0$ roztworem kwasu azotnego lub też płynem Perenyi'ego. Po rozerwaniu igiełkami błon jajowych, wydobyciu paska zarodkowego i częściowem uwolnieniu go od żółtka, przenosiłem go do alkoholu, a po zabarwieniu (karminem ałunowym, boraksowym) uwalniałem ostatecznie od reszty przylegającego żółtka. Skrawki wykonywałem zwykłym sposobem, biorąc kolejno: alkohol, xylol, parafinę z xylolem, parafinę. Serye skrawków przyklejałem pomyślnie za pomocą wody (z kroplą gumy arabskiej), ogrzewając zlekka serye parafinowe, rozpostarte w wodzie na szkiełku przedmiotowem i pozostawiając preparat aż do zupełnego wyparowania wody na 24 godzin. Taki sposób przyklejania uważam stanowczo za najpraktyczniejszy ze wszystkich, przy takiej bowiem manipulacyi skrawki pozostają zupełnie gładkie i niesfałdowane. Barwiłem jaja w całości karminem boraksowym, serye zaś skrawków ałunowym oraz hematoxyliną i safraniną.

Jaja, przenikające do jamy lęgowej, są nieregularnie kuliste, średnica ich wynosi zaledwie 0,5 mm. Zawartość jaja stanowi żółtko, złożone z kul i ziarn okrągłych, owalnych i nieregularnie kulisto-wielokątnych; pomiędzy kulkami żółtka spostrzegać się daje substancya jednorodna, w której kulki są jakby zawieszone. Cienka warstewka plazmy twórczej skupiona jest w postaci tarczki na jednym z biegunów jaja, a mianowicie na tym, na którym później zaczyna się formować tarcza zarodkowa. Jajko otoczone jest dwiema jednorodnemi błonami: wewnętrzną, bardzo cienką, ściśle do żółtka przylegającą (błona żółtkowa), oraz zewnętrzną, grubszą *(chorion)*, stykającą się luźno z ostatnią. Zanim się rozrywa błona zewnętrzna, pod wpływem parcia, wywieranego na nią przez rozrastający się zarodek, dokoła tego ostatniego rozwija się trzecia błonka *(cuticula)*, powstająca mniej więcej jednocześnie z siodełkowatym organem grzbietowym (p. niżej); błonka ta przylega dosyć szczelnie do ciała zarodka, odsuwając nieco błonę żółtkową, która z zewnątrz ją obejmuje. Po wytworzeniu się wyżej wspomnianej błonki, na całej powierzchni ciała wydziela się w obfitości płyn delikatnie ziarnisty (barwiący się karminem boraksowym), który w pewnych miejscach, a zwłaszcza w okolicy grzbietowej zarodka, nagromadza się w dosyć

znacznej ilości pod błonką. Tym sposobem zarodek posiada w ogólności cztery osłony: kosmówkę czyli *chorion,* błonę żółtkową, błonkę wewnętrzną *(cuticula)*, warstwę wydzieliny ziarnisto-płynnej. Na Fig. 1—3 widzimy kosmówkę (ch) i błonę żółtkową (b. z.), na Fig. 35—36 przedstawiony jest przekrój zarodka, który opuścił już błonę zewnętrzną *(chorion),* a otoczony jest jeszcze żółtkową (b. z.), błonką wewnętrzną (c.), oraz wydzieliną płynną, na rysunkach nieuwydatnioną.

II. Zmiany zewnętrzne na powierzchni jaja.

1. Pasek zarodkowy.

Rozpatrzmy teraz zmiany zewnętrzne, odbywające się na powierzchni jajka. W bardzo wczesnym stanie można dostrzedz na jednym z biegunów jaja maleńką plamkę, tarczkę, która jest skupieniem plazmy twórczej wraz z pierwszymi produktami podziału przewężnego jądra. Plamka ta, jak i inne, niżej opisane części, widziane z góry bez wszelkiego preparowania jaja, występują wtedy, gdy jajko poleży przez kilkanaście minut w $3^0/_0$ roztworze kwasu azotnego lub w innym środku utrwalającym (szczególnie w płynie Perenyi'ego); części plazmatyczne ścinają się i przybierają barwę białawą, rysując się dosyć wyraźnie na żółtawem tle żółtka odżywczego; po zabarwieniu jajka (utrwalonego w powyższy sposób) karminem boraksowym lub ałunowym, części te, jako mniej lub więcej mocno zabarwione, występują jeszcze wyraźniej na powierzchni jaja. Na jajach nieco starszych występuje oprócz wyżej wspomnianej plamki, kilkanaście innych, znacznie drobniejszych, rozsianych na całej powierzchni jaja. Mają one postaci nieregularne, okrągławo-wielokątne lub amebowate i z początku rozmieszczone są głównie w pobliżu plamki większej, później zaś równomiernie na całej powierzchni jajka i barwią się bardzo energicznie. Jak się pokazuje na skrawkach (do czego później powrócimy), są to wielkie, amebowate jądra, które stopniowo rozpościerają się na powierzchni jaja w cienkiej warstewce plazmy twórczej, obrastającej również jajko ze wszystkich stron, począwszy od bieguna, gdzie pierwotnie w jaju jest umieszczona. W ten sposób powstaje r o d n i o s ł o n a *(blastoderma).*

Następne stadyum rozwoju polega na tem, iż na tym samym biegunie, na którym pierwotnie znajdowało się wyżej wspomniane skupienie plazmy twórczej z pierwszymi produktami jąder przewężnych, rodniosłona tworzy większe, tarczowate zgrubienie trójkątne. Ma ono postać

(Fig. 1, T. 1) trójkąta równoramiennego, o kątach zaokrąglonych, zwróconego wierzchołkiem ku przyszłemu, tylnemu końcowi zarodka, podstawą zaś ku przyszłemu końcowi przedniemu. Na jajkach, rozpatrywanych w roztworze kwasu azotowego, łatwo zauważyć, że najsilniej zbielała jest część tylna zgrubienia, a mianowicie środek tej części (w. e.); nieco słabiej bieleją się dwie boczne, zewnętrzne części, położone z przodu części tylnej. W tych więc trzech miejscach znajdują się większe zgrubienia; w pozostałych zaś okolicach powierzchni trójkąta zgrubienia są znacznie cieńsze, tak iż żółtko wyraźniej przez nie prześwieca. Na preparatach, barwionych karminem boraksowym, części grubsze są również znacznie silniej zabarwione, jak to właśnie przedstawionem zostało na Fig. 1. Widzimy więc, że owa tarcza trójkątna nie jest wszędzie jednakowo gruba, lecz że występują na niej właściwie trzy silniejsze zgrubienia: jedno tylne, największe i dwa przednie (m.) mniejsze. Zgrubienie tylne przenika w postaci klina pomiędzy dwa przednie i stopniowo staje się ku przodowi coraz cieńsze. Z drugiej znów strony, oba zgrubienia przednie, położone przeważnie z przodu tylnego, rozpościerają się również zwężonymi, tylnymi końcami swymi ku tyłowi, zanikając stopniowo po bokach zgrubienia tylnego, nieparzystego, mniej więcej na wysokości środkowej jego części. Układ i stosunek wzajemny tych trzech zgrubień na tarczy zarodkowej bardzo jest ważny dla zrozumienia skrawków, otrzymanych z tej tarczy. W następnem stadyum rozwoju pojawia się z przodu wspomnianych zgrubień parzystych para zgrubień, odpowiadających przyszłej głowie, a właściwie oczom, są to płaty oczne (Augenlappen autorów niemieckich). Z początku są one niezupełnie wyraźne (Fig. 2, l. o.), później zaś występują zupełnie jasno (Fig. 3, l. o.). Począwszy od tej chwili, tarcza, dotąd trójkątna, wydłuża się, tracąc tem samem swój kształt dotychczasowy. Wraz z płatami ocznymi cała tarcza zarodkowa przyjmuje postać szerokiego, wydłużonego paska, który odtąd nazywać będziemy **paskiem zarodkowym** (Fig. 3). Bardzo młody pasek zarodkowy rozszerza się z przodu w dwa, na boki zwrócone i zaokrąglone płaty oczne; dalej poza niemi nieco się zwęża, a ku tyłowi znów się nieznacznie rozszerza. Jego tylny brzeg jest półkolisto zaokrąglony. Na bardzo młodym pasku zarodkowym (Fig. 4) zjawia się zawiązek jelita przedniego i tylnego *(stomadaeum* i *proctodaeum)*, z których pierwsze wyprzedza nieco w rozwoju ostatnie, a dalej widać zawiązki trzech najprzedniejszych par kończyn, t. j. przyszłych dwóch par rożków (*a'*, *a''*) oraz żuwaczek (*md.*). Prócz tego, jednocześnie z pojawieniem się kończyn występują z boków paska zarodkowego dwie masy komórkowe (en), położone w tyle poza płatami ocznymi, po prawej i lewej stronie paska (Fig.

3 i 4). Na Fig. 4 przedstawiony jest bardzo młody pasek zarodkowy, wypreparowany i oddzielony od żółtka, na którym widoczne są wszystkie wspomniane części. W związku z samym paskiem zarodkowym wypreparowano przylegające doń części rodniosłony *(blastodermy)*; przy silniejszych nieco powiększeniach zauważyć można, że jej komórki są sześciokątne, mniej lub więcej nieregularne, a w środku zawierają duże kuliste jądra. Sam pasek zarodkowy ma na tej figurze postać już wyżej opisaną. Płaty oczne (l. o.) są bardzo silnie rozwinięte w stosunku do wielkości reszty paska; komórki, składające pasek, są w tylnej jego okolicy nieco większe, aniżeli w środkowej i przedniej. W opisywanem stadyum zawiązki trzech par kończyn zarodkowych są widoczne w postaci małych, pełnych, brodawkowatych wzniesień, zwróconych wierzchołkami ku tyłowi; na wysokości drugiej (a") i trzeciej (md) pary kończyn, odpowiadających drugiej parze rożków oraz żuwaczkom, widzimy z boków dwa wspomniane twory owalne (en), przewyższające rozmiarami swymi płaty oczne. Miejsca te, jak pokazują skrawki (do czego niżej powrócimy), odpowiadają parzystym skupieniom komórek listka wewnętrznego, t. j. entodermy, pod warstwą zewnętrzną paska zarodkowego czyli ektodermą; będziemy je nazywali na pasku, rozpatrywanym z powierzchni, zgrubieniami skrzydlatemi, ze względu na ich postać i położenie z boków paska zarodkowego. W tyle poza trzecią parą kończyn komórki warstwy zewnętrznej oraz środkowej ułożone są na pasku zarodkowym w bardzo regularnych rzędach. W każdym rzędzie znajduje się po kilkanaście komórek (Fig. 4, 5, 6). Pomiędzy każdymi dwoma sąsiednimi rzędami większych komórek mezodermy (m), leżących głębiej, widać, patrząc z góry, wązki pasek, zajęty już tylko przez komórki ektodermy (ec.), mniejsze od mezodermalnych. W opisywanem stadyum, poczynając od miejsca, gdzie z paskiem zarodkowym łączy się tylny brzeg zgrubień skrzydlatych, aż do tylnego brzegu paska istnieje aż kilkanaście rzędów takich większych, mezodermalnych komórek. W tylnej części paska zarodkowego są one bardzo regularnie ułożone, w środkowej i przedniej stają się coraz bardziej nieregularne. Tuż poza tylnym, kolistym brzegiem paska zarodkowego zauważyć można pośrodku nieznaczne zgrubienie (pr.), które jest najpierwszym zawiązkiem *proctodaeum*. W przedniej części paska znajdujemy zawiązek *stomadaeum*. To stadyum paska zarodkowego, które ma tylko trzy pary odnóży, odpowiadających trzem przednim parom odnóży ostatecznych (dwóm parom rożków i żuwaczkom), przypomina podobne stadyum rozwoju embryonalnego u wyższych skorupiaków, np. u niektórych dziesięcionogich (raka rzecznego); możnaby więc uważać ten okres za homologiczny z t. z. „*Naupliusstadium*“ w rozwoju tych ostatnich. Zasadniczą

różnicę stanowi obecność zgrubień skrzydlatych w stadyum naupliusowem równonogów. W rozwoju stonoga (*Oniscus*) nie zauważyłem dotąd stadyum naupliusowego; być może, iż w skutek przyspieszonego procesu rozwojowego zatarło się ono w ontogenii tego równonoga.

Szeregi regularne komórek, położone tuż z przodu zawiązku *proctodaeum*, tworzą bardzo ważny oddział paska zarodkowego, a mianowicie część, odpowiadająca okolicy, którą Reichenbach [25]) opisał w pasku zarodkowym raka rzecznego pod nazwą *„Knospungszone"*, a którą i ja także zauważyłem w rozwoju *Mysis Chameleo*. A mianowicie oddział, położony w tem miejscu, dzięki energicznemu procesowi dzielenia się komórek, które go składają, wytwarza wciąż nowe odcinki (segmety) odwłokowe, przyczem każdy nowy odcinek występuje pomiędzy ostatnio utworzonym — a pasem pączkowania *„Knospungszone"* wraz z przylegającym do niej zawiązkiem jelita tylnego (*proctodaeum*). W skutek tego naturalnie to ostatnie odsuwa się coraz bardziej ku tyłowi, a cały pasek zarodkowy wydłuża się. Odcinki zatem, położone najbliżej pasa pączkowania, z przodu tegoż są najmłodsze, część zaś najbardziej tylna paska zarodkowego, na której znajduje się otwór odbytowy, jest najstarszą częścią odwłoka i biernie przesuwa się w tył, w miarę jak „pas pączkowania" wytwarza wciąż nowe odcinki od przodu.

Po stadyum, w którem istnieją tylko trzy pary odnóży, następuje b a r d z o s z y b k o stadyum, w którem są już rozwinięte zawiązki pozostałych kończyn gębowych, a także tułowiowych i odwłokowych; te ostatnie pojawiają się stopniowo, w miarę jak wyróżniają się coraz tylniejsze odcinki odwłoka. Wyróżnianie się kończyn następuje w kierunku od przodu ku tyłowi, przednie więc dosięgają wcześniej wyższego stopnia rozwoju niż kolejno poza niemi następujące.

Nader pouczające jest stadyum rozwoju paska zarodkowego, wyobrażone na Fig. 7 i 8; illustruje nam ono poczęści to, cośmy wyżej powiedzieli o rozwoju tego paska.

Na Fig. 7 przedstawiony jest pasek zarodkowy stonoga; znajdujemy tu części następujące: z przodu płaty głowowe, wyraźnie wyróżnione na dwa oddziały; oddział obwodowy każdego z tych płatów jest zaokrąglony i jest zaczątkiem oka (o); oddział ośrodkowy, oddzielony od pierwszego przewężeniem, jest owalny i stanowi zawiązek (g o.) zwoju wzrokowego (*ganglion opticum*); dalej, znajdujemy otwór gębowy (st.) wraz z zaczątkiem *stomadaeum*. Otwór gębowy ma postać szczeliny owalnej o brzegach bocznych zgrubiałych (ku przodowi bardziej nieco zgrubiałych niż w tyle). Przed otworem gębowym, a przynajmniej na wysokości przedniego jego brzegu, znajdujemy parę rożków przednich (a') w postaci krótkich, stożkowatych tworów, zwróconych wierzchoł-

kami na zewnątrz i ku dołowi. Z kolei znajduje się para znacznie dłuższych, również stożkowatych wyrostków, zgiętych w środku, to rożki drugiej pary (a"). Następnie widzimy dwie pary brodawkowatych zawiązków żuwaczek (md.) i szczęk pierwszej pary (mx'). Na wysokości rożków drugiej pary i żuwaczek widać z boku każdej strony zgrubienie skrzydlate (en); ma ono postać gruszkowatą; częścią zaokrągloną i rozszerzoną zwrócone jest ku przodowi i ku obwodowi, zwężoną zaś w tył i ku linii środkowej; część zwężona, łącząca zgrubienie skrzydlate każdej strony z pozostałą częścią paska zarodkowego, przypada pomiędzy żuwaczką i pierwszą parą szczęk (na pasku zarodkowym *Ligii* zgrubienia skrzydlate występują, jak widzieliśmy, już w stadyum naupliusowem). W tyle poza pierwszą znajduje się druga para szczęk (mx"). Szczęki i żuwaczki zwrócone są wierzchołkami ku tyłowi. Następny oddział, odpowiadający przyszłej tylnej części głowy (na której osadzone są szczękonogi), tułowia i odwłoka, dźwiga siedem par odnóży zaczątkowych, t. j. parę szczękonóg (p. m.) i sześć par nóg tułowiowych. Szczękonogi i nogi tułowiowe występują jako zaczątki widłowato rozgałęzione, przyczem na czterech przednich parach tych odnóży gałęź wewnętrzna (*endopodit*) jest silniej rozwinięta niż zewnętrzna (*exopodit*) i zwrócona jest ku linii środkowej ciała, na trzech ostatnich zaś obie gałęzie są jednakowo jeszcze rozwinięte i są jednakowo długie. W tyle poza szóstą parą kończyn zaczątkowych znajdujemy wyróżnione cztery odcinki, lecz jeszcze bez zaczątków odnóży; przy silniejszych powiększeniach można widzieć, że w skład każdego z wymienionych odcinków wchodzi 5 — 6 rzędów komórek regularnie ułożonych, a obfitość figur karyokinetycznych w ich jądrach świadczy o ich energicznem rozmnażaniu się. Wreszcie znajdujemy niewyróżniony oddział paska zarodkowego (k. z.), utworzony z bardzo regularnych szeregów komórek, gdzie również widać liczne figury karyokinetyczne, przyczem podział jąder następuje przeważnie w kierunku długiej osi paska zarodkowego; w tyle poza pasem pączkowania widać zgrubienie i wpuklenie odbytowe (pr).

Na pasku zarodkowym nieco starszym, np. na odpowiadającym temu, jaki przedstawiono na Fig. 8, gdzie wyobrażona jest część paska zarodkowego *Ligii*, znajdujemy już słabo rozwiniętą siódmą parę kończyn tułowiowych (p. Fig. 10 — 11, p^7) oraz sześć odwłokowych. Przy otworze gębowym (F. 8) widać tu oprócz zgrubień bocznych dwa inne: przednie i tylne, t. j. zaczątki wargi górnej (l) i dolnej (l'); zgrubienia skrzydlate są stosunkowo większe i silniej rozwinięte.

Na Fig. 7 i 8 widzieliśmy, że kończyny tułowiowe (włącznie z szczękonogami) oraz odwłokowe pojawiają się jako zaczątki widłowate, t. j. mające dwie odnogi. Na preparatach z tego stadyum rozwoju paska

zarodkowego można jednocześnie obserwować różne fazy rozwoju kończyn, ponieważ, jak powiedzieliśmy, wyróżniają się one nie równocześnie na całym pasku, lecz naprzód w okolicy bardziej przedniej, później zaś stopniowo w coraz bardziej tylnej.

Najwcześniejszy zawiązek kończyny widać (Fig. 7, p^4, p^5, p^6) w postaci dwu wzniesień brodawkowatych, tuż obok siebie ułożonych i bezposrednio stykających się z sobą; w stadyum nieco późniejszem (Fig. 8, p^1) w zawiązkach kończyn odróżniamy już wyraźnie część podstawową, węższą, wspólną oraz zaczątki dwu odnóg w postaci wzniesień brodawkowatych, będących bezpośredniem przedłużeniem części podstawowej. Aż dotąd rozwój kończyny jest zupełnie jednakowy tak w odnóżach tułowiowych, jak i w odwłokowych. Odtąd jednak rozwój staje się odmiennym w jednych i drugich, albowiem w kończynach odwłokowych (Fig. 10, ab^1—ab^6) część wspólna, zwężona, przeobraża się w członek podstawowy kończyny (*protopodit*), zaczątki zaś odnóg rozrastają się, spłaszczają i dają dwie blaszkowate odnogi kończyny odwłokowej, odpowiadające, jak wiadomo, exopoditowi i endopoditowi kończyn innych skorupiaków (u których noga dwudzielna jest typowo rozwinięta). Co innego jednak znajdujemy w kończynach tułowiowych, które w stanie rozwiniętym nie są, jak wiadomo, u równonogów dwudzielne, lecz są pojedyńczą kończyną, złożoną z siedmiu członków.

Powiedzieliśmy już wyżej, że w pewnem stadyum rozwoju kończyna tułowiowa składa się z części podstawowej, zwężonej, wspólnej, która ku górze rozgałęzia się na dwie brodawkowate, zgrubiałe odnogi. Rozpatrując taką kończynę przy znaczniejszem powiększeniu, widać bardzo wyraźnie jamę wewnętrzną. Jest ona niewielka, kulista i zajmuje sam środek kończyny. Początkowo w odnogach jamy niema, wkrótce jednak przedłuża się ona i do nich. Z początku obie odnogi kończyny są zupełnie jednakowo rozwinięte; wkrótce przecież gałęź wewnętrzna zaczyna się bardziej wydłużać niż zewnętrzna, tak iż kończyna ma postać wyobrażoną na Fig. 7, p. m., p^1, p^2, p^3. W dalszym biegu rozwoju odnoga wewnętrzna (przyszły *endopodit*) wyprzedza wciąż w rozwoju zewnętrzną (*exopodit*), tak iż różnica pomiędzy niemi staje się coraz wyraźniejsza.

Po pewnym jednak czasie gałęź zewnętrzna (*exopodit*) zupełnie przestaje rosnąć, w skutek czego w porównaniu do reszty rozrastającej się wciąż dalej kończyny stanowi ona część stosunkowo coraz drobniejszą; poczem gałęź ta ulega częściowemu wpukleniu i wreszcie zupełnie zanika. Zmiany, które opisaliśmy wyżej ze względu na rozwój kończyn, są zupełnie prawie jednakowe tak u *Ligii*, jakoteż u stonoga, ponieważ zaś posiadałem w mym zbiorze preparatów liczne paski zarodkowe tak z je-

dnego jak i z drugiego z wymienionych skorupiaków, podaję na rysunkach paski zarodkowe z *Ligii* (Fig. 8) oraz ze stonoga (Fig. 7, 9, 10, 11), wzajemnie się dopełniające i illustrujące to, co wyżej było powiedziane.

I tak, dalszy krok w rozwoju kończyny tułowiowej w porównaniu z tem, co przedstawia Fig. 7 i 8, widzimy na Fig. 9. Tutaj nastąpiło już mianowicie wyróżnienie się protopoditu; część jego podstawowa nabrzmiała i przez wyraźne przewężenie oddzieliła się od części obwodowej, złożonej z dwóch odnóg. Na Fig. 10, p^6 podstawowa, nabrzmiała część kończyny uległa dalszemu wyróżnieniu się, a mianowicie rozpadła się na dwa członki: pierwszy, ośrodkowy, grubszy, mniej więcej kulisto zaokrąglony i drugi, obwodowy, bardziej walcowaty, oddzielony od pierwszego przez koliste przewężenie; gałęź wewnętrzna (*endopodit*) jest już znacznie dłuższa (*endop.*) w porównaniu z zewnętrzną (*exop.*), przyczem pierwsza stanowi bezpośrednie przedłużenie protopoditu, podczas gdy druga pozostaje w związku tylko z drugim, obwodowym członkiem protopoditu, i stanowi boczną odnogę głównego pnia kończyny.

Na kończynie jeszcze starszej (Fig. 11) widać jeszcze większą różżnicę w rozwoju endopoditu i exopoditu. Ten ostatni jest teraz już tylko woreczkowatym wyrostkiem drugiego członka protopoditu; na endopodicie natomiast, stosunkowo jeszcze silniej rozwiniętym, zaczyna się lepiej wyróżniać pięć członków wskutek zjawiania się (słabych początkowo) przewężeń kolistych.

Exopodit, leżący pierwotnie na zewnątrz endopoditu, zmienia następnie swoje położenie, a mianowicie przesuwa się nieco ku tyłowi, tak iż wychodzi z protopoditu (z jego drugiego członka) nieco w tyle po za endopoditem. W skutek tego, gdy w stadyach wcześniejszych, na skrawkach poprzecznych ciała zarodka, otrzymuje się w przecięciu obie odnogi kończyny jednocześnie (p. Fig. 36, endop., exop.), to na nieco późniejszych endopodit każdej kończyny przypada zawsze na przecięciu poprzecznem nieco wprzód niż exopodit (naturalnie w seryi skrawków poprzecznych w kierunku od przedniego do tylnego końca ciała zarodka), a nie można otrzymać obydwóch odnóg jednocześnie na tym samym cienkim skrawku. Z drugiej jednak strony na przecięciach podłużnych, grzbieto-brzusznych przechodzących przez zarodki starszego wieku doskonale można widzieć stosunek endopoditu do szczątkowego exopoditu, albowiem w każdej kończynie exopodit wypada wtedy w tyle poza endopoditem. W tem stadyum rozwoju (Fig. 45, 46, endop., exop.) exopodity są stosunkowo bardzo małe w porównaniu z całą, silnie rozrośniętą kończyną. Prócz tego exopodity

na wierzchołku spłaszczają się, a następnie nawet w części wpuklają się do wnętrza kończyny (exop.) i tą drogą następuje ostatecznie zanik odnogi zewnętrznej; ta ostatnia zostaje jakby wciągnięta do wnętrza protopoditu, poczem ścianka jej wyrównywa się ostatecznie i w późniejszych stadyach nie można już dostrzedz śladów jej istnienia. Dla dokończenia opisu rozwoju kończyn, musimy jeszcze zatrzymać się w tem miejscu nad pewnymi osobliwymi tworami, czasowo istniejącymi, które pozostają w ścisłym związku morfologicznym z zawiązkami kończyn.

Twory, o których mowa, powstają po bokach, na zewnątrz zawiązków właściwych kończyn. Występują one obok wszystkich kończyn tułowiowych (włącznie z szczękonogami) oraz odwłokowych, nie istnieją zaś przy kończynach głowy, t. j. rożkach, żuwaczkach i szczękach, któreto odnóża nie posiadają także nigdy odnogi zewnętrznej, tak charakterystycznej dla pozostałych odnóży paska zarodkowego.

I tak, na Fig. 7 i 8 widzimy na zewnątrz kończyn tułowiowych i odwłokowych zgrubienie (ep.) okrągławe, przylegające tuż prawie do zawiązku każdej z kończyn. Zgrubienia te są guziczkowate, na obwodzie cieńsze, w środku zaś najbardziej zgrubiałe, mają więc postać nizkich stożków o szerokiej stosunkowo podstawie. Komórki tych zgrubień tarczowatych, wytworzonych (jak pokazują skrawki) tylko przez zewnętrzny listek zarodkowy, ułożone są promienisto. Są one walcowate lub walcowato-wielokątne, a ich długie osi zbiegają się mniej lub więcej na środku zgrubienia tarczowatego, w wierzchołku stożkowatego wzniesienia.

Zgrubienia te prawie przylegają do tej części kończyny, z której powstaje członek podstawowy protopoditu, nie są z nią jednak zrośnięte, a nawet nie stykają się z nią bezpośrednio. W stadyach późniejszych tarczka odsuwa się nieco od nasady kończyny, a część skóry pomiędzy pierwszym członkiem protopoditu i tarczką formuje zgrubienie (s. ep.) wałeczkowate, wydłużone (Fig. 10, 11). Członek podstawowy protopoditu kończyny jest, jak wiadomo, najbardziej zgrubiały i ma postać mniej więcej kulistą; otóż tarczka, o której mowa, tak co do rozmiarów, jako też w części i co do postaci, staje się podobną do tego członka.

W późniejszych stadyach rozwoju nie można już odróżnić zgrubień tarczowatych, natomiast na brzegu brzusznej powierzchni odcinków ciała zjawia się z każdej strony niewielki fałd skóry dla utworzenia przyszłych „pleur“ każdego segmentu. Fałdy te tworzą się w każdym odcinku poczęści z najbardziej obwodowego oddziału tarczy, poczęści zaś z tej okolicy paska zarodkowego, która przylega z zewnątrz bezpośrednio do tarczy. Stosunki te można poznać przez porównanie skraw-

ków poprzecznych z paskami zarodkowymi, rozpatrywanymi z góry. Skrawki pokazują nam (Fig· 36), że wewnętrzny listek fałdu „pleury“ odpowiada (ep') obwodowej części tarczy, reszta zaś tarczy, jakoteż zgrubienie wałeczkowate, które łączyło tarczę z członkiem podstawowym protopoditu, wchodzi w skład tej części ścianki ciała brzusznej okolicy, która łączy u form dorosłych nasadę kończyny z pleurą, czyli w skład t. z. epimery (Fig. 36 epim.). Ostatecznie zatem tarcza wraz ze zgrubieniem wałeczkowatem wchodzi częściowo w skład pleury, częściowo zaś i głównie w skład t. z. epimery ścianki każdego segmentu.

Zachodzi teraz pytanie, jak należy się zapatrywać ze stanowiska morfologicznego na te twory, rozwijające się w związku z kończyną? Zdaniem mojem, twory te są prawdopodobnie homologiczne z epipoditami kończyn u innych skorupiaków. Następujący szereg faktów i wniosków zdaje się przemawiać za tym poglądem:

1) Tarcze, podobnie jak epipodity, znajdują się w związku z pierwszym członkiem protopoditu (jakkolwiek nie są z nim zrośnięte).

2) Tarcze znajdują się, podobnie jak epipodity, na zewnętrznej stronie kończyny (typowe epipodity występują zawsze na stronie zewnętrznej odnóży, nie można więc uważać za epipodity np. skrzel woreczkowatych na środkowych i tylnych kończynach tułowiowych u obunogów, jak to bezzasadnie przyjmuje Lang [1]), a czemu słusznie sprzeciwia się Boas [2]).

3) Twory te pozostają w związku z protopoditem wtedy, gdy on nie jest jeszcze oddzielony od ścianki ciała, można więc przyjąć, że gdy w miarę dalszego rozwoju podstawowy członek protopoditu oddziela się przewężeniem (stawem) od ścianki ciała, epipodit, jako nierozwijający się dalej, pozostaje wskutek tego nadal zrośnięty ze ścianką ciała i od niej się też nigdy nie oddziela.

4) Tarcze występują u zbadanych przez nas równonogów tylko w związku z temi odnóżami, które posiadają także szczątkowe exopodity (t. j. począwszy od szczękonóg), a więc zachowały pierwotny charakter nóg dwudzielnych; że zaś w większości kończyn dwudzielnych u innych skorupiaków znajdujemy także charakterystyczne dla nich epipodity, jest więc wielce prawdopodobne, że tarcze są właśnie szczątkami tych ostatnich, i że co zatem idzie kończyny zbadanych przez nas równonogów, począwszy od szczękonóg, zachowały w stanie zarodkowym pierwotny charakter typowych nóg dwudzielnych (dwuczłonkowy protopodit, pięcioczłonkowy endopodit, jednoczłonkowy exopodit i jednoczłonkowy exopodit — jak u *Nebalii).*

5) U innych równonogów znajdujemy i u form dorosłych szczątki epipoditów, co wskazuje, że pierwotnie tę część kończyny posiadały za-

pewne wszystkie równonogi lub najbliżsi ich przodkowie; to samo stosuje się także do exopoditu, również szczątkowego u zarodków zbadanych przez nas Isopodów. I tak u niektórych równonogów, np. w rodzaju *Asellus*, zachował się epipodit na szczękonogach pod postacią blaszki twardej, u *Anisopoda*, np. u *Apseudes*, pierwsza noga tułowiowa (właściwie szczękonoga) ma wielki epipodit, a na drugiej i trzeciej nodze tułowiowej istnieją u tego skorupiaka exopodity szczątkowe.

6) Tarczy, uważanych przez nas za epipodity, niema w kończynach głowy (w nóżkach, żuwaczkach, szczękach), a podobnie ma się rzecz we wszystkich przypadkach typowego rozwoju epipoditów u innych także skorupiaków.

7) Przeciwko naszemu poglądowi przemawia ta okoliczność, że przypuszczalne epipodity nie powstają u zarodków równonogów jako wyrostki pierwszego członka protopoditu, lecz tworzą się lokalnie, niezależnie od tego ostatniego, ze skóry ścianki brzusznej. Zważywszy jednakże, że tarcze powstają bardzo wcześnie, a mianowicie jednocześnie z pojawieniem się samych protopoditów, że w wielu przypadkach epipodit wychodzi z samej nasady pierwszego członka protopoditu (tak jest mianowicie w pierwszej kończynie tułowiowej u *Apseudes*), że dalej w tych przypadkach (u *Arthrostraca*), w których pierwszy członek protopoditu jest zrośnięty ze szkieletem tułowia, epipodity wychodzą bezpośrednio ze ścianki brzusznej tułowia, zważywszy wszystkie te fakta, musimy dojść do wniosku, że powyższa okoliczność nie może stanowić poważnego szkopułu w przeprowadzeniu homologii pomiędzy opisanemi przez nas tarczami zarodkowemi a epipoditami kończyn innych skorupiaków. Zresztą, o ile mi wiadomo, nikt dotąd specyalnie nie zwracał uwagi na sposób rozwoju epipoditów u tych form, które w stanie dojrzałym posiadają je typowo wykształcone. Być może że i w innych zatem przypadkach epipodity tworzą się obok nasady kończyny, że wyróżniają się na paskach zarodkowych jednocześnie z protopoditami i że wtórnie tylko wchodzą w bezpośredni z nimi związek.

Przypuszczenie nasze, iż części, o których mowa, są homologiczne z epipoditami, zostaje wreszcie także potwierdzone przez pogląd Prof. Dybowskiego, ustnie mi zakomunikowany, że u wielu skorupiaków części, odpowiadające epipoditom, wchodzą w skład samej ścianki brzusznej segmentów.

Tarcze, o których mowa, umieszczone po stronie zewnętrznej tuż obok zawiązków kończyn, mają na pasku zarodkowym położenie, przypominające bardzo tarczki dychawkowe (t. j. zawiązki wpuklających się dychawek) na paskach zarodkowych tchawkodysznych (*Tracheata*), zwłaszcza owadów. Byłaby to zbyt śmiała spekulacya, gdybyśmy chcieli

w obec tak małej ilości danych, przeprowadzić obecnie jakąbądź homologię pomiędzy tarczami epipodialnemi, przez nas opisanemi, a tarczkami dychawkowemi na paskach zarodkowych u owadów. Wszelako jeśli tarcze, przez nas wykryte, okażą się rzeczywiście homologicznemi z epipoditami, to niektóre okoliczności, a mianowicie:

1) fakt, iż występują z zewnątrz tuż przy nasadzie odnóży,

2) fakt, iż epipodity skorupiaków pozostają niekiedy w związku z czynnością oddechową,

3) fakt, iż części homologiczne występują niekiedy to jako wpuklenie, to jako wypuklenia danej ścianki — rzucić mogą pewne światło na stosunki wzajemne narządów oddechowych u skorupiaków i tchawkodysznych.

Ażeby zakończyć z kwestyą odnóży, musimy jeszcze powiedzieć słów kilka o siódmej parze nóg tułowiowych. Dawniejsi już badacze, jak de Geer i Treviranus zauważyli, że młody stonóg nie posiada siedmiu par nóg tułowiowych, właściwych formie dorosłej, lecz tylko sześć par. Badacze ci twierdzili również, że młode formy nie mają siódmego odcinka tułowiowego. Spostrzeżenia te stwierdził następnie częściowo (u stonoga, u *Ligii*) Rathke[3]). Według niego można się przekonać, iż poza sześcioma szerokimi pierścieniami, które są niewątpliwie odcinkami tułowia, następuje siedem odcinków krótszych i węższych, należących pozornie do odwłoka, gdy tymczasem oddział ten składa się u form dorosłych z sześciu tylko odcinków. Otóż, zdaniem Rathkego, pierwszy (od przodu) z tych siedmiu, pozornie odwłokowych, odcinków jest słabo rozwiniętym siódmym odcinkiem tułowiowym. Rzeczywiście odcinek ten rozszerza się wkrótce i wydłuża więcej niż inne, następujące poza nim pierścienie odwłokowe, a po kilku tygodniach wyrastają na nim płytki boczne (pleury). Mniej więcej dopiero w trzy tygodnie, według Rathkego, po opuszczeniu przez młodą formę jamy lęgowej matki, na pierścieniu tym zjawia się z każdej strony na brzusznej powierzchni ciała maleńki wyrostek, który powoli się wydłuża, a w przeciągu następnych czterech tygodni wyrasta w kończynę, podobną do kończyn sześciu przednich pierścieni tułowiowych. Zasługują na uwagę przemiany w położeniu, jakim ulega siódma para kończyn w życiu pozarodkowem. A mianowicie, według Rathkego, wolny, zaostrzony koniec kończyny w chwili zjawienia się jej jest skierowany na zewnątrz; w miarę zaś wzrostu i jednocześnie występującego rozczłonkowywania się kończyny zwraca się ona wierzchołkiem ku linii środkowej odcinka, aż do spotkania się z kończyną strony przeciwległej; później dopiero obie kończyny zwracają się powoli wierzchołkami ku tyłowi.

Spostrzeżenia Rathkego okazały się zupełnie prawdziwe, muszę jednakże sprostować to jego twierdzenie, jakoby zawiązek siódmej pary kończyn tułowiowych pojawiać się miał dopiero w kilka tygodni po opuszczeniu przez młodą formę jamy lęgowej. Na Fig. 7 widzimy rzeczywiście tylko sześć par wyraźnie rozwiniętych kończyn tułowiowych; na pozostałej części paska zarodkowego (odpowiadającej siódmemu odcinkowi tułowiowemu i wszystkim odwłokowym) kończyny nie są jeszcze w tem stadyum wyróżnione. Lecz w stadyum nieco późniejszem, wyobrażonem na Fig. 10 i 11, znajdujemy siódmą parę kończyn rozwiniętą w tym samym prawie stopniu (p^7), co i następujące poza nią kończyny odwłokowe; odróżniamy nawet w tej kończynie (Fig. 10, p^7) słaby zaczątek dwóch odnóg oraz wyraźne zgrubienie tarczowate (epipodialne). Od tej chwili wszelako kończyna ta dalej nie rośnie i ustępuje znacznie pod względem stopnia swego rozwoju nietylko sześciu przednim parom kończyn tułowiowych, lecz i następującym poza niemi kończynom odwłokowym. Gdy młode opuszcza jamę lęgową, zauważyć można na siódmym jego pierścieniu tułowiowym, w częściach zewnętrznych brzusznej jego powierzchni — dwa zgrubienia nieznaczne, przebijające pod błonką (*cuticula*) skóry i bezpośrednio przylegające do zaczątkowych pleur tego odcinka. Dwa te zgrubienia, widziane na odcinku przy słabych już powiększeniach mikroskopowych, po uwolnieniu go od sąsiedniego odcinka szóstego (ten ostatni bowiem przysłania część segmentu siódmego) są właśnie zawiązkami kończyn siódmej pary, które, jak widzieliśmy, dosyć wcześnie się pojawiają. W rozwoju pozarodkowym tych kończyn nie zauważyliśmy nic osobliwego po nad to, co opisał Rathke i co podaliśmy wyżej ze względu na inne kończyny tułowiowe; dodać tylko możemy, że odnogi zewnętrzne (exopodity) ulegają tu stosunkowo wcześniej zanikowi, niż w przednich kończynach tułowiowych.

Co się tyczy kończyn odwłokowych, to najpierwsze ich zawiązki podobne są do zawiązków odnóży tułowiowych. W dalszym jednak rozwoju występują różnice, a mianowicie:

1) Obie odnogi, tj. endopodit i exopodit, wychodzące z wierzchołka protopoditu, przez dłuższy czas są jednakowo wielkie (w tułowiowych zaś, jak widzieliśmy, endopodit wkrótce znacznie przewyższa exopodit);

2) Obie te odnogi skierowane są wprost ku dołowi (t. j. przy rozpatrywaniu wypreparowanego paska zarodkowego od strony brzusznej ku górze);

3) W dalszym ciągu obie gałęzie spłaszczają się, rozrastają się w postaci blaszek, przyczem exopodit nasuwa się na endopodit, tak iż blaszka exopoditu staje się przednią, endopoditu zaś tylną.

Po za odcinkiem, dźwigającym szóstą parę kończyn odwłokowych, znajdujemy na pasku zarodkowym u *Ligii* oraz *Oniscus* wyraźnie oddzielony segment odbytowy — siódmy, co jest dla morfologii faktem niemałej wagi. Na segmencie tym (Fig. 10), wyróżniającym się wyraźnie dopiero na starszym nieco pasku zarodkowym, znajdujemy w tylnej jego części otwór (an.) odbytowy (*anus*). Brzegi tego otworu, z początku jednakowo wszędzie zgrubiałe, tworzą w następstwie, a mianowicie jednocześnie z chwilą wystąpienia ostatnich par kończyn odwłokowych, dwa brodawkowate zgrubienia z boków po każdej stronie, ułożone w jednym szeregu z kończynami odwłokowemi (Fig. 10, ab^7). Z wielkiem prawdopodobieństwem można twierdzić, że te dwie pary wzniesień brodawkowatych (takiż bowiem charakter mają również pierwsze zawiązki innych kończyn) ograniczających otwór odbytowy, stanowią siódmą parę odnóży odwłokowych, właściwych siódmemu odcinkowi. Zaczątki te stają się w stadyach późniejszych zupełnie niewidoczne, a cały odcinek siódmy zlewa się w jednę całość z szóstym. Co się zaś tyczy kończyn szóstego odcinka, to te przesuwają się w tył, nie tworzą szerokich, blaszkowatych gałęzi, jak inne kończyny odwłokowe, lecz zmieniają się w znane, charakterystyczne, szczątkowe kończyny tego odcinka formy dorosłej.

2. Zmiany ogólnej postaci zarodka.

Opisując rozwój kończyn oraz odcinków ciała, rozpatrzyliśmy już tem samem rozmaite punkty, tyczące się zewnętrznych zmian ciała zarodka *Ligii*. Pozostaje nam jeszcze powiedzieć słów kilka o zmianach ogólnej postaci ciała zarodkowego.

W stadyum, w którem pasek zarodkowy ma postać wyobrażoną na Fig. 8, jajko jest jeszcze mniej więcej kuliste, a pasek zarodkowy zajmuje około $^3/_4$ okręgu jaja, spoczywając na powierzchni żółtka tak, iż część głowowa i odwłokowa są skierowane ku górze i ku sobie (przy położeniu jajka powierzchnią brzuszną ku dołowi). Rychło jednak jajko przybiera postać bardziej owalną, wydłuża się w kierunku osi podłużnej zarodka, przyczem oddział końcowy (tylny) paska zarodkowego wraz z częścią przylegającego doń żółtka silnie się wygina ku górze i zachodzi nieco na grzbietową powierzchnię jajka.

Stadyum, o którem mowa, jest nader krótkotrwałe, albowiem część tylna, ogonowa, zagięta, jak powiedzieliśmy, na grzbiet, wkrótce odgina się nieco napowrót, tak że tylny wierzchołek zarodka skierowany zostaje zamiast ku górze i ku przodowi, ku górze i ku tyłowi. Ponieważ

zaś przytem znaczna część żółtka przechodzi ku tylnej okolicy zarodka, całe jajo staje się mniej więcej gruszkowate. W części przedniej jest ono kulisto zaokrąglone, ku tyłowi zaś zwęża się stożkowato, przyczem koniec stożka zostaje zwrócony nieco ku górze; całe więc jajo jest od strony brzusznej wypukłe, od grzbietowej zaś siodełkowato zaklęśnięte.

Na stronie grzbietowej, w miejscu, gdzie jajko jest najbardziej zaklęśnięte, t. j. tuż z przodu części ogonowej, wygiętej ku grzbietowi, można widzieć osobliwy utwór siodełkowaty, złożony z dwu bocznych skrzydeł, przylegających do błon jaja i połączonych z sobą na linii środkowej grzbietu, gdzie te skrzydła łączą się ze skórą zarodka, której są wytworem. Rozwój, budowę i znaczenie tego tworu siodełkowatego opiszemy nieco dokładniej w dalszym ciągu niniejszej pracy (p. organ grzbietowy). W stadyum, w którem zarodek posiada postać gruszkowatą, organ siodełkowaty leży w tyle po za głową, na jej granicy z okolicą tułowiową zarodka. W stadyum tem głowa jest stosunkowo bardzo wielka i zajmuje w kierunku podłużnej osi zarodka tyleż prawie miejsca, ile przypada go na pięć segmentów tułowiowych. Ten wielki stosunkowo oddział głowowy odpowiada głowotułowiu (*cephalothorax*) u innych skorupiaków, w skład jego bowiem wchodzą nietylko wszystkie segmenty właściwe głowy, lecz także pierwszy segment piersiowy, którego kończyny, jako szczękonogi, należą do składu odnóży głowowych.

Dotknęliśmy już badań innych autorów nad niektórymi punktami co do zmian zewnętrznych, a mianowicie nad rozwojem siódmej pary nóg tułowiowych. Rozpatrzymy teraz w krótkości inne główniejsze dane, znajdujące się w literaturze, a odnoszące się do zmian zewnętrznych zarodka.

Co się tyczy *Ligii* (gatunku *Ligia Brandti*), posiadamy dotąd tylko dawne spostrzeżenia Rathkego. [3]) Według niego jajka, przenikające do jamy lęgowej, są nieregularnie kuliste, żółtko gruboziarniste przylega szczelnie do t. zw. kosmówki (*chorion*). Po zjawieniu się zawiązków kończyn zarodek przyjmuje postać gruszkowatą, wznosząc swój tylny, zaostrzony koniec nieco ku górze; powoli postać ciała coraz bardziej się wydłuża i zaostrza. Rozwój kończyn postępuje od przodu ku tyłowi i rozciąga się także i na szóstą parę *pedes spurii* (t. j. nóg odwłokowych), które uciskając od wnętrza *chorion*, wznoszą się pionowo w postaci stożków ku górze. W miarę, jak występuje coraz wyraźniej segmentacya ścianki ciała, tworzy się na granicy głowy i tułowia głę-

bokie wycięcie grzbietowe, poza którem odwłok wznosi się ku górze aż do błony jajowej i łączy się z nią za pomocą czopka. Część ta, dostrzeżona przez Rathkego i zauważona znów później przez Fritza Müllera[4]), odpowiada tworowi siodełkowatemu (tj. organowi grzbietowemu innych skorupiaków). Tylny koniec ciała, zakrzywiony ku górze, zmienia powoli swe położenie, zakrzywiając się ku dołowi i ku przodowi. Pierwsze ślady oczów występują jednocześnie z segmentacyą ścianki ciała. Jak widzieliśmy, zdanie to nie jest słuszne, albowiem zawiązki oczów (i zwojów wzrokowych) występują już na pasku zarodkowym, a więc znacznie wcześniej przed segmentacyą ścianek ciała zarodka. Rathke zauważył zaczątki oczów zapewne dopiero w chwili, gdy zjawiają się w nich pierwsze ślady barwnika, co rzeczywiście następuje znacznie później. Zaznaczę przy tej sposobności, że w niektórych, rzadkich, niewątpliwie patologicznych przypadkach, w tem stadyum paska zarodkowego, które widzimy na Fig. 8, znajdowałem ciemny barwik, obficie rozwinięty w obwodowych częściach płatów głowowych (zaczątkach oczów).

Co do zmian zewnętrznych w rozwoju stonoga, zbadali je dosyć dokładnie Rathke[5]) i Bobrecki[6]), o ile w ogólności bez preparowania paska zarodkowego zbadać się dały. O rozwoju kończyn, o zawiązku zwojów nerwowych (zwłaszcza w głowie) autorowie ci nic prawie nie mówią, nasze zaś spostrzeżenia pod tym względem wyłożyliśmy już poczęści wyżej, mówiąc o rozwoju kończyn, poczęści zaś powrócimy do nich w rozdziale o rozwoju układu nerwowego. Na podstawie spostrzeżeń Bobreckiego i Rathkego zmiany zewnętrzne w jajku stonoga są następujące: Bobrecki opisuje dwie błony: żółtkową i kosmówkę (chorion). W jednem z najwcześniejszych stadyów rozwoju autor ten obserwuje na jednym z biegunów owalnego jajka skupienie jasnych pęcherzyków; w tem miejscu gromadzi się żółtko twórcze, oddzielające się od leżącego pod nim żółtka odżywczego. Jestto t. zw. przez Bobreckiego tarcza twórcza (*Bildungsscheibe*). Tarcza ta obrasta powoli całe jajko dla utworzenia blastodermy; na stronie brzusznej blastoderma staje się powoli grubszą niż w innych miejscach i tu formuje się pasek zarodkowy; w tylnej jego części tworzy się wkrótce dosyć wyraźne zagłębienie — pierwszy zawiązek jelita tylnego, otworu zaś gębowego niema jeszcze w tym czasie; powstaje on na przednim końcu paska zarodkowego dopiero później. Jednocześnie z pojawieniem się pierwszych zawiązków kończyn tworzy się delikatna błonka, otaczająca zarodek, pomiędzy jego ciałem i błoną żółtkową; na stronie brzusznej unosi się ona po nad paskiem zarodkowym, na grzbietowej zaś szczelnie przylega do jajka. Zawiązki wszystkich kończyn powstają według Rathkego

i Bobreckiego prawie jednocześnie na całym pasku zarodkowym, co, jak widzieliśmy, nie zgadza się z naszemi spostrzeżeniami.

Boczne, z zewnątrz widzialne zawiązki wątroby, „*Leberanlagen*“ (tak zwane przez nas zgrubienia skrzydlate) opisuje Bobrecki dopiero w tem stadyum, w którem kończyny tułowiowe są już znacznie dłuższe od odwłokowych. Z naszych atoli badań wynika, że powstają one bardzo wcześnie, a mianowicie już w stadyum naupliusowem.

Co się tyczy odcinków, czyli segmentów, ciała, zasługuje na uwagę spostrzeżenie Rathkego, iż na granicy pomiędzy szóstą parą nóg tułowiowych i pierwszą parą odwłokowych powstają dwa segmenty zaczątkowe (*Segment-Andeutungen*), które są o wiele krótsze od poprzedzających segmentów tułowia i ustępują znacznie co do długości segmentom odwłokowym; na tych dwu segmentach Rathke nie rysuje z początku kończyn, lecz przedstawia w tem stadyum sześć par kończyn tułowiowych (oprócz pary szczękonóg) i pięć par kończyn odwłokowych; jeden więc z tych segmentów stanowi siódmy tułowiowy, drugi — pierwszy odwłokowy. Według naszych badań, stanowczo na wszystkich segmentach tułowia i odwłoka pojawiają się zaczątki kończyn w bardzo wczesnem stadyum. Co do siódmego pierścienia tułowiowego, to kończyny rozwijają się tu, jak powiedzieliśmy, bardzo powoli, i pozostają jako mikroskopowe zawiązki do tej nawet chwili, w której młode opuszcza jamę lęgową. Co do zawiązków pierwszej pary kończyn odwłokowych nie mogliśmy stwierdzić, aby rozwijały się wolniej niż kończyny na pozostałych segmentach odwłoka.

III. Pierwotne zmiany wewnętrzne.

a) Brózdkowanie jaja.

Jajo brózdkuje się u *Ligii* podobnie jak u stonoga i form pasorzytnych, t. j. na jednym z jego biegunów zjawia się tarczka blastodermy, obrastająca je stopniowo dokoła.

Pomimo, iż przejrzałem kilkaset skrawków jaj w bardzo młodym wieku, nie widziałem jajka z jądrem przewężnem zapewne dla tego, że takie stadyum jest nader krótkotrwałe i że jądro przewężne bardzo rychło się dzieli. Kilkakrotnie napotykałem stadyum, w którem na biegunie od strony brzusznej jajka, skupiona jest plazma twórcza, drobnoziarnista, szczelnie przylegająca do błony żółtkowej i wyraźnie oddzielona od leżącego pod nią żółtka odżywczego. Plazma ta, w postaci jakby

szkiełka zegarkowego nałożona na żółtko jajka, zajmuje (na przekroju) mniej więcej ćwierć jego średnicy; w samym środku jest zgrubiała, ku obwodowi zaś staje się coraz cieńsza, bardzo nieznacznie i stopniowo zanika, tak iż na przeciwległej większej połowie kuli jajka, przy najsilniejszych powiększeniach nie można jej zauważyć, a żółtko odżywcze przylega tu bezpośrednio do błony żółtkowej. W najgrubszej[1], środkowej części tej tarczowatej warstwy plazmy twórczej znajdowałem po dwa jądra (Fig. 13) — oczywiście najpierwsze produkty podziału jądra przewężnego — jądra owalne, bardzo bogate w drobne ziarnka chromatyny, silnie się barwiące. Warstwa plazmy twórczej zjawia się wkrótce na całym obwodzie jajka, przyczem wszędzie nagromadzona jest mniej więcej równomiernie, tworząc dosyć cienką warstwę, szczelnie przylegającą do błony żółtkowej; warstwa ta wytwarza się prawdopodobnie z dwu źródeł, a mianowicie głównie przez rozrost pierwotnego, tarczowatego skupienia, a po części i przez występowanie cząstek plazmy twórczej z żółtka — na powierzchnię jajka. Jednocześnie z pojawieniem się na całej powierzchni jajka warstewki plazmy twórczej, występują w różnych jej miejscach rozrzucone jądra. Z początku widać je przeważnie tylko na jednej półkuli, a mianowicie na tej, gdzie znajdowała się pierwotna, tarczowata warstwa plazmy twórczej (Fig. 14); nieco później zjawiają się już mniej więcej równomiernie na całej powierzchni jajka. Fakt ten przemawia jak najoczywiściej za tem, że jądra te są tylko produktem podziału dalszego tych, które w stadyum wcześniejszem (Fig. 13) spoczywały w tarczowatej warstwie na jednym z biegunów jajka. Nie udało mi się wprawdzie w tych jądrach dojrzeć figur karyokinetycznych, owszem znajdowałem je zawsze w stanie spoczynku, lecz ponieważ w masie żółtka odżywczego w stadyum, wyobrażonem na Fig. 13, nie znajdowałem ani śladu substancyi jądrowej, nie może więc ulegać wątpliwości, że jądra pojawiające się na innych miejscach powierzchni jajka, muszą pochodzić od tych, które pierwotnie znajdowały się tylko w blizkości jednego bieguna. Pojawiające się jądra rozprzestrzeniają się prawdopodobnie w warstwie plazmy twórczej za pomocą powolnych ruchów amebowatych. Spoglądając z góry na jajko, poddane uprzednio krótkotrwałemu działaniu 3% kw. azotowego lub cieczy Perenyi'ego, spostrzegamy, że jądra, przeświecające na obwodzie jajka, mają postać amebowatą, a mianowicie liczne, krótsze lub dłuższe tępe wyrostki. To samo widać na przecięciach. I tak n. p. na Fig. 15 i 16 widzimy dwa oddzielne jądra z dwu różnych miejsc powierzchni jajka. Skrawek wyobrażony na Fig. 15 pochodzi z okolicy brzusznej powierzchni jajka, gdzie warstwa plazmy twórczej jest jeszcze grubsza niż na powierzchni okolicy grzbietowej, skąd pochodzi skrawek, odrysowany

na Fig. 16. Jądro wyobrażone na Fig. 15 posiada postać amebowatą, nieregularną, wydłużając się tu i owdzie w tępe wyrostki. Wewnątrz jąder znajdujemy liczne ziarnka chromatynowe, niektóre większe, inne znacznie drobniejsze. W niektórych jądrach, zawartych w warstwie plazmy twórczej, można dostrzedz pewne zmiany, które być może, że zostają w związku z podziałem. A mianowicie: jądro rozciąga wyrostki i przyjmuje postać wydłużoną, przyczem główna masa substancyi chromatynowej skupia się na dwóch przeciwległych biegunach; w środku jądra jest znacznie mniej chromatyny (Fig. 16); niektóre z jąder mają postać wstążeczek na końcach cokolwiek zgrubiałych, w części środkowej nieco węższych. Opisany przeze mnie w rodzaju *Ligia* sposób formowania się blastodermy jest podobny w ogólności do sposobu tworzenia się jej u niektórych innych równonogów, jak to twierdzą rozmaici embryologowie.

U *Oniscus murarius* blastoderma tworzy się według Bobreckiego[6]) w następujący sposób. Pierwsza zmiana w jajku, którą badacz ten obserwował, polega na tem, iż na jednem miejscu powierzchni jaja zbiera się bezbarwna, jak woda przejrzysta, masa, złożona „*aus kleinen hellen Bläschen nebst Körnchen*“, z wejrzenia oraz własności bardzo różna od reszty żółtka. Masę tę uważa Bobrecki za właściwe żółtko twórcze, wydzielające się z odżywczego; żółtko twórcze przedstawia Bobrecki na przecięciu jako kuliste skupienie, które spoczywając dolną swoją częścią w zagłębieniu żółtka odżywczego, silnie wystaje ponad jego powierzchnię.

Pierwszych stadyów podziału żółtka twórczego (Bobrecki nic nie mówi o jądrze przewężnem) autor ten nie mógł zaobserwować, jakkolwiek powiada, że przeglądał liczne jaja. Najmłodsze, dostrzeżone przez niego, stadyum przewężania się było już dosyć posunięte w rozwoju, a mianowicie przedstawiało na jednym z biegunów jajka tarczę kulistą, w postaci szkiełka zegarkowego, złożoną z jednej warstwy wielkich kul przewężnych; w każdej z nich rysuje Bobrecki wielkie okrągłe jądro. Tarczę tych komórek uważa Bobrecki za produkt żółtka twórczego. W dalszem rozmnażaniu się komórek embryonalnych tarcza coraz bardziej się rozrasta i brzegami swymi rozpościera się coraz dalej na powierzchni żółtka, komórki tworzą jednakże tylko jednę warstwę i w kierunku od środka tarczy ku obwodowi są coraz mniejsze. Zanim połowa powierzchni jaja zostanie otoczona przez tarczę blastodermy, zaczyna się z tej ostatniej wytwarzać zawiązek entodermy i mezodermy.

Własne moje spostrzeżenia [7]) co do rozwoju blastodermy u *Oniscus murarius* zgadzają się z temi obserwacyami Bobreckiego, jakkolwiek i mnie nie udało się widzieć stadyów bardzo wczesnych.

Jeśli porównamy wyżej podane przez nas fakta, tyczące się blastodermy *Ligii*, z obserwacyami Bobreckiego nad stonogiem, dojdziemy do wniosku, że w ogólności spostrzeżenia nasze zgadzają się z sobą, jakkolwiek niezupełnie. I tak, oba przyjmujemy, iż tarcza blastodermy, począwszy od jednego bieguna, obrasta stopniowo powierzchnię jajka, jednakże Bobrecki przyjmuje, że sama tarcza swymi brzegami rozpościera się coraz dalej na powierzchni jaja i że zanim całkowicie ją otoczy, produkuje entodermę i mezodermę, według moich zaś spostrzeżeń żółtko zostaje naprzód całkowicie otoczone przez blastodermę, zanim, jak dalej zobaczymy, zacznie się formowanie entodermy i mezodermy, przyczem naprzód stopniowo rozpościera się na całej powierzchni jaja warstwa plazmy, i tylko później w całej tej warstwie pojawiają się nowe jądra, jako produkta jądra przewężnego. Pod tym ostatnim względem moje spostrzeżenia są dosyć zgodne z rezultatami, do jakich doszedł w kwestyi formowania się blastodermy u *Porcellio scaber* badacz francuski L. Roule [8]).

Louis Roule podaje następujący opis formowania się blastodermy u równonogów (u *Porcellio scaber* Latr.): W najmłodszych (obserwowanych) jajach żółtko jest podzielone na dwie części: na masę żółtka odżywczego *(deutolécithe)* i na kilka wysepek plazmy twórczej, bardzo cienkich, położonych na jego powierzchni. Jedna z tych wysepek, położona w miejscu, odpowiadającem biegunowi przedniemu ciała zarodka, zawiera jądro przewężne; wszystkie inne wysepki nie mają jąder. Żółtko odżywcze składa się z jednorodnej „hyaloplazmy", zawierającej liczne granulacye Jądro przewężne rozpada się na dwie części, z których każda znów się dzieli i tak dalej; za podziałem jądra następuje podział protoplazmy. W miarę, jak to się odbywa, część żółtka odżywczego, położona w sąsiedztwie bezpośredniem z wysepką, zawierającą jądra, traci swój dotychczasowy charakter i otrzymuje cechy plazmy twórczej; pewna ilość jąder nowych wędruje w tę nową warstwę, a proces postępuje dalej przez rozmnażanie się tych jąder i przez ciągłą produkcyę plazmy twórczej kosztem żółtka odżywczego. W rezultacie tworzy się skupienie komórek, które stopniowo obrasta całą powierzchnię żółtka, tworząc blastodermę; gdy rozrastająca się tarczka blastodermy napotyka wysepki plazmy (pozbawione jąder), zlewa się z niemi i dostarcza im cząsteczek substancyi jądrowej, poczem w wysepkach powstają komórki przyłączające się do rozrastającej się blastodermy.

U *Asellus* [9]) tenże autor opisuje w sposób bardzo niejasny formowanie się blastodermy. Żółtko dzieli się promienisto na niewielką ilość

„blastomer“, które ze swej strony dalej się dzielą w kierunku stycznym dla uformowania planuli pełnej (na przecięciu nie widać granic komórek, tak są cienkie). Później na jednym biegunie jajka, odpowiadającym przedniej okolicy zarodka, zjawia się warstwa plazmy szklistej, która przechodzi następnie na powierzchnię brzuszną i przez okolicę tylną nawraca na grzbietową; powstaje ona w ten sposób, że plazma szklista oddziela się od żółtka; wkrótce pojawiają się w niej jądra. Z tej warstwy wyróżnia się ektoderma i „mesoendoblaste“.

Spostrzeżenia Roule'a różnią się od tego, cośmy znaleźli u *Ligii*, pod tym względem, iż autor ten opisuje wysepki plazmy bezjądrowej na powierzchni jajka, w którychto wysepkach pojawiają się jądra jako pochodne od przewężnego. Według naszych zaś badań, u *Ligii* istnieje jednociągła warstwa plazmy; co zaś do wędrowania i stopniowo coraz dalszego rozpościerania się jąder w plazmie twórczej (począwszy od jednego bieguna jajka), spostrzeżenia nasze w zasadzie zgadzają się z sobą. Zupełnie niezgodne ani ze spostrzeżeniami Roule'a, tyczącemi się *Porcellio*, ani z mojemi, odnoszącemi się do *Ligii*, są obserwacye Reinharda [10]) nad powstawaniem blastodermy u tegoż *Porcellio scaber*. Według tego badacza „jądro jajowe dzieli się i z części protoplazmy tworzy komórki amebowate. Te ostatnie, rozmnażając się wychodzą na powierzchnię jajka. Dosięgnąwszy jej, otrzymują, wskutek ucisku wzajemnego, postać wielokątną i przeobrażają się w komórki ektoblastu“. Reinhard używa tu niesłusznie nazwy „ektoblast“, zamiast „blastoderma“, część albowiem blastodermy może się stać ektodermą dopiero po uformowaniu się listka wewnętrznego. Ektoblast nie tworzy się jednak z początku w postaci jednociągłego pokrycia, lecz przeciwnie tworzy kilka, że tak powiem, wysepek (2, 4, 6)“. Dalej zaś powiada: „Przestrzeń pomiędzy temi wysepkami wypełnia się powoli i wkrótce część powierzchni jaja pokryta jest gęstą warstwą ektoblastu“. „Ten sposób rozwoju — twierdzi Reinhard — łatwo daje się obserwować, gdy stwardnione i zabarwione jajeczka umieścimy na pewien czas w 40% roztworze kwasu octowego (albo w 40% kwasie octowym, w którym karmin jest rozpuszczony). Stają się one przytem zupełnie przeźroczyste, a amebowate komórki zabarwione, które wyłażą na powierzchnię, są zupełnie widzialne“. Te obserwacye Reinharda są błędne; wędrowania komórek amebowatych ze środka jaja ku obwodowi nie widzieli ani Bobrecki, ani Roule, ani ja go nie widziałem; nigdy, pomimo barwienia, nie mogłem zauważyć substancyi jądrowej w środku żółtka bardzo młodego jaja; komórki zaś amebowate, które Reinhard obser-

wował na powierzchni są to niewątpliwie jądra amebowate, o których wspominałem u *Ligii*, albo wysepki plazmy z jądrami, które opisał Roule.

b) Powstawanie listków zarodkowych.

Wkrótce po rozpostarciu się blastodermy na całej powierzchni ſajka, zjawia się w tem samem miejscu, gdzie widzieliśmy poprzednio tarczę plazmy twórczej z pierwszymi produktami przewężnego jaja, tarczowate skupienie komórek blastodermy. Komórki są sześcioboczne, nieco spłaszczone i zawierają pośrodku owalne, grubo ziarniste jądro; na przecięciu poprzecznem widać, że tarcza jest jednowarstwowa i że składa się z niewielkiej ilości komórek (6—8). Plazma tych komórek jest lekko ziarnista, a na granicy każdych dwóch komórek sąsiednich znajdujemy wązki pasek plazmy jaśniejszej i jednorodnej, odgraniczającej wyraźnie jednę komórkę od drugiej (Fig. 17). Tarcza ta rozrasta się coraz dalej wskutek szybkiego podziału komórek, na których widać figury karyokinetyczne. W środku tylnej części tarczy oddzielają się od niej komórki wewnętrzne, tworzące pełne skupienie pomiędzy tarczowatą warstwą powierzchowną i żółtkiem odżywczem; w tem ostatniem tworzy się tu rodzaj zagłębienia lejkowatego, wypełnionego komórkami. Na Fig. 18, 19, 20 przedstawione są trzy skrawki z całej seryi przecięć przeprowadzonej przez tarczę w kierunku przyszłej długiej osi zarodka. Fig. 18 przedstawia przekrój przez okolicę tarczy, blizko brzegu. Bardziej obwodowe komórki tarczy są przypłaszczone, im bliżej zaś środka, tem są większe i tem bardziej obfitują w plazmę. W jądrach tak u komórek tego skrawka jak i dwóch następujących (Fig. 19, 20), widać charakterystyczny układ substancyi chromatynowej, zwłaszcza na preparatach z jaj, stwardnionych w 3% roztworze kwasu azotowego. Najczęściej w środku jądra spoczywa jedno większe ziarno chromatynowe, jąderko; na zewnątrz jego znajduje się pierścień plazmatyczny, niemający chromatyny, bliżej zaś obwodu występuje znów pierścień z dosyć gęsto ułożonych, drobniutkich ziarnek chromatynowych. W wielu bardzo komórkach jądro spoczywa w jamie, wypełnionej bezbarwną, jednorodną cieczą i oddzielonej ostrym zarysem od plazmy (np. *n'* na Fig. 19). W jądrach, spoczywających w tego rodzaju wodniczkach, substancya chromatynowa jest gęsto i równomiernie skupiona, a całe jądro nieco mniejsze, jakby skurczone. Fig. 19 przedstawia skrawek wycięty bliżej środka tarczy; tutaj komórki środkowe są również bardzo wielkie; niektóre z nich mają postać bardziej walcowatą i sięgają nasadą głębiej niż komórki sąsiednie. Teto większe komórki

środkowe oddzielają na powierzchni wewnętrznej, zwróconej do żółtka, luźne komórki pojedyńcze, układające się pod niemi (en). Najenergiczniej odbywa się to dzielenie w samym środku tylnej części tarczy, jak to widzimy na Fig. 20, gdzie znajdujemy nagromadzoną znaczną ilość komórek wewnętrznych, gęsto skupionych i umieszczonych na zagłębieniu lejkowatem żółtka odżywczego. Przeważna ilość komórek, oddzielających się z tej środkowej części tylnej okolicy tarczy zarodkowej, daje elementy wewnętrznego listka zarodkowego czyli entodermy.

W nieco późniejszem stadyum rozwoju, następującem szybko po poprzednio opisanem, na tarczy zarodkowej widać zmiany, które po części już opisaliśmy, mówiąc o zmianach zewnętrznych paska zarodkowego.

A mianowicie, na Fig. 1 przedstawiliśmy już stadyum, w którem na tarczy zarodkowej występują trzy zgrubienia: nieparzyste tylne i dwa parzyste, przednie, obwodowe. Środkowa część tylnego jest najbardziej zgrubiała, przyczem przednia jego część przenika klinowato pomiędzy dwa przednie i stopniowo zanika ku przodowi; dwa przednie są również więcej zgrubiałe w środku niż na obwodzie. Te zgrubiałe miejsca, rysujące się na powierzchni tarczy zarodkowej, odpowiadają punktom, w których z tarczy zarodkowej oddzielają się skupienia komórek, nagromadzające się pod tarczą, od strony żółtka. Tylne zgrubienie, nieparzyste, widzieliśmy już w stadyum poprzedzającem, zjawia się więc ono na tarczy zarodkowej nieco wcześniej niż dwa przednie, parzyste. Bardzo pouczające są skrawki poprzeczne z jajka tego stadyum. Na Fig. 21 — 26 przedstawione są części brzuszne niektórych skrawków z pełnej seryi, idących przez tarczę zarodkową tego stadyum.

Tak na Fig. 21, przedstawiającej skrawek najbardziej tylny, znajdujemy tarczę z jednej warstwy komórek sześciennych; szerokość tarczy jest tu nieznaczna, na przecięciu widzimy na tym preparacie tylko trzynaście komórek; ku obwodowi tarcza ta przechodzi w warstwę komórek silnie przypłaszczonych i bardzo oddalonych od siebie, słowem, w warstwę jednociągłą komórek blastodermy, otaczającej całe żółtko.

Na Fig. 22, przedstawiającej z kolei skrawek bliższy nieco przedniego końca tarczy zarodkowej, znajdujemy już znacznie szerszą tarczę zarodkową, w trzech zaś miejscach oddzielają się od niej komórki, tworzące pod nią trzy skupienia komórkowe; środkowe z nich (*en*) przedstawia tylny koniec zgrubienia środkowego, nieparzystego, tylnego, dwa boczne zaś (*m*) tylne końce zgrubień przednich i bocznych. Na następnym z kolei skrawku (Fig. 23.) zgrubienie środkowe zaczyna pod względem stopnia rozwoju wyraźnie brać górę nad bocznemi (przedniemi); w środku (*en*) spostrzegamy tutaj luźne skupienie komórek;

z boków, zwłaszcza po prawej stronie preparatu, bardziej spłaszczone skupienia; po lewej stronie niektóre pojedyncze komórki zgrubienia bocznego mają postać nieregularną, nieco amebowatą; tym sposobem oddzielanie się komórek od tarczy nie odbywa się w częściach bocznych zupełnie symetrycznie. Na Fig. 24 pod całą tarczą znajdujemy komórki wewnętrzne, przyczem jednak i tutaj zauważyć się dają trzy zgrubienia: środkowe i dwa boczne; zgrubienia te łatwo odgraniczyć się dają jedno od drugiego dlatego, iż pomiędzy środkowem i każdem z bocznych widać na zewnętrznej powierzchni tarczy nieznaczne zagłębienie. Na Fig. 25, przedstawiającej skrawek, który przypada na część środkową zgrubienia tylnego (a więc przechodzi w kierunku linii o—o' na Fig. 1), znajdujemy największe skupienie komórek pod tarczą zarodkową, niekiedy w tem miejscu bardzo słabo zagłębioną. Na jeszcze bardziej ku przodowi posuniętych miejscach znajdujemy na przekrojach coraz słabiej rozwinięte zgrubienie środkowe, które zajmuje coraz węższą część tarczy w porównaniu ze zgrubieniami bocznemi, a wreszcie jeszcze bliżej przodu wcale go już niema, a tylko istnieją dwa zgrubienia boczne, t. j. boczne skupienia komórek, niewdzierające się tak głęboko w żółtko, jak środkowe i bardziej przypłaszczone, jak to mianowicie widzimy na Fig 26. Nakoniec na przednim końcu tarczy zarodkowej znów żadnego nie widać zgrubienia, a na przecięciu otrzymujemy obraz podobny do tego, jaki widzieliśmy na Fig. 21, która przedstawia przekrój z tylnego końca tarczy. Pod tarczą znajdujemy tu gdzieniegdzie w żółtku komórki z wyrostkami, podobnie jak i w innych okolicach pod całą tarczą zarodkową. Te komórki żółtkowe (k. ż.) oddzielają się tak od środkowego zgrubienia, jako też od bocznych i w nieznacznej ilości przenikają w głąb masy żółtkowej.

Z pełnej seryi skrawków z innego preparatu przedstawiamy jeszcze rysunki pięciu przekrojów, przy znaczniejszem powiększeniu. Skrawki te pochodzą z zarodka cokolwiek młodszego od tego, którego przekroje rozpatrzylismy na Fig. 21—26; tutaj bowiem zgrubienia przednie (boczne) nie sięgają jeszcze daleko ku tyłowi, t. j. nie znajdują się jeszcze prawie na wysokości zgrubienia tylnego, lecz ułożone są prawie całkowicie z jego przodu. I tak na Fig. 27 widzimy silnie rozwinięte zgrubienie tylne; zasługuje na uwagę, że nie spostrzegamy tu granicy pomiędzy warstwą zewnętrzną, a skupieniem komórek wewnętrznych (*en*); to ostatnie tworzy jakby wielki klin na przekroju, z czego wynika, że cała część środkowa tarczy bierze udział w tworzeniu tego skupienia; komórki są w tem ostatniem nieprawidłowo wielokątne, niektóre z obwodowych wydłużają się w wyrostki nieregularne. Jądra komórek tutaj jako też na innych skrawkach, są kuliste, ziarniste, ułożenie ziarnek

chromatynowych miejscami tylko przedstawia się w takiej postaci, jaką zauważyliśmy na Fig. 18—20; tutaj ziarnka chromatynowe są w jądrach po największej części równomiernie rozmieszczone.

Na Fig. 28 (skrawek z okolicy bliższej przodu) skupienie środkowe ma postać mniej regularną; z boku znajdujemy tu już początki zgrubień bocznych (*m*), przynajmniej oddzielne komórki, do obrębu tych zgrubień należące. Na Fig. 29 widzimy od strony zewnętrznej dwa zagłębienia (oznaczone gwiazdkami), oddzielające część środkową tarczy od bocznych. To samo znajdujemy na jednym ze skrawków sąsiednich (Fig. 30); na tym ostatnim, jako też na wyobrażonym na Fig. 29, widać, zwłaszcza po stronie lewej, dosyć silnie rozwinięte zgrubienie boczne. Na tych skrawkach widać prócz tego komórki pojedyńcze, oddzielające się tak od zgrubień bocznych, jakoteż od środkowego, i zagłębiające się do wnętrza żółtka (k. ż.). Na Fig. 31, przedstawiającej skrawek z jeszcze bardziej przedniej okolicy tarczy, znajdujemy wreszcie już tylko zgrubienia boczne (*m*), w których liczne komórki mają postać wydłużoną, nieco wrzecionowatą. Z powyższego widzimy, że tym sposobem na tarczy zarodkowej w trzech punktach odbywa się największa proliferacya komórek, w miejscach zaś pośrednich, pomiędzy tymi punktami, oddzielanie się komórek od tarczy jest znacznie słabsze. Z tych miejsc największej proliferacyi dwa przednie są parzyste, jedno tylne nieparzyste — w tem ostatniem skupienie komórek pod tarczą jest największe, ich proliferacya odbywa się tu najenergiczniej.

W różnych okolicach tarczy niektóre komórki warstwy wewnętrznej, jak widzieliśmy, opuszczają wcześnie skupienia podtarczowe i wędrują w głąb żółtka — są to komórki żółtkowe (vitellophagi), niebiorące bezpośredniego udziału w formowaniu się organów zarodka; zresztą powiemy o nich dalej. Jak pokazują dalsze stadya rozwoju, które niebawem rozpatrzymy, komórki tylnego skupienia podtarczowego dają przeważnie e n t o d e r m ę w t ó r n ą, t. j. materyał dla ścianki nabłonkowej jelita środkowego oraz worków wątrobowych, komórki zaś skupień podtarczowych przednich (bocznych) oraz w nieznacznej części i komórki skupienia tylnego — dają m e z o d e r m ę; pod tym ostatnim względem sprostować muszę pierwotne moje spostrzeżenia (*Biolog. Centralblatt*, *1891*), w których doszedłem do wniosku, że mezoderma tworzy się wyłącznie z elementów zgrubień przednich. Nowe serye preparatów przekonały mię, że nieznaczna część komórek zgrubienia tylnego, przylegająca bezpośrednio do warstwy zewnętrznej, t. j. do ektodermy, nie zostaje zużytą na wytworzenie entodermy, lecz daje również elementy mezodermalne. Mezoderma więc zaczyna się tworzyć przeważnie z dwóch przednich, p a r z y s t y c h zgrubień tarczy blastodermy, a w nie-

znacznej tylko części i ze zgrubienia tylnego. Wszystkie trzy wspomniane zgrubienia, t. j. jedno tylne, dające przeważnie entodermę i dwa przednie, dające mezodermę, — zajmują część tylną przyszłego paska zarodkowego. Środek zaś zgrubienia tylnego, okazujący na niektórych preparatach nieznaczne wgłębienie na powierzchni zewnętrznej, jest jednocześnie miejscem, w którem powstaje wkrótce wpuklenie jelita tylnego (proctodaeum).

Powiedzieliśmy już wyżej że część tylna paska zarodkowego, położona tuż z przodu wpuklenia odbytowego (proctodaeum), stanowi okolicę, w której komórki tak ektodermy, jakoteż mezodermy energicznie się dzielą, wytwarzając wciąż nowe odcinki ciała ku przodowi, w skutek czego cała ta część, wraz z leżącym po za nią segmentem odbytowym, odsuwa się coraz bardziej w tył i oddala od części głowowej i tułowiowej paska zarodkowego.

Otóż, jest to fakt niemałej wagi morfologicznej w obec ostatnich badań Bergha[11]), a zwłaszcza Wilsona[12]) nad rozwojem pierścienic (pijawek i dżdżownic), że u zarodków równonogów nowe odcinki ciała narastają ku przodowi, będąc wytwarzane przez elementy ekto-i-mezodermy tylnej, przedodbytowej części paska zarodkowego, a prócz tego — co wskazuje jeszcze większe podobieństwo do pierścienic — że elementy ektodermy, zwłaszcza zaś mezodermy, ułożone są w tylnej części paska zarodkowego w bardzo regularnych szeregach. A mianowicie, komórki mezodermy, będąc produktami tak zgrubień bocznych, jako też w części i środkowego, po oddzieleniu od blastodermy układają się wkrótce w rzędy poprzeczne, wielce regularne, przyczem najbardziej tylny szereg tych komórek, graniczący bezpośrednio z segmentem odbytowym, zachowuje przez długi czas układ najregularniejszy, a elementy tego szeregu, większe od innych, biorą na siebie główną rolę oddzielania nowych szeregów komórek mezodermalnych w kierunku ku przodowi (po części zaś także i ku tyłowi, dając materyał mezodermalny segmentowi odbytowemu p. Fig. 6).

Tym sposobem mezoderma, raz oddzielona od blastodermy w tylnej części paska zarodkowego narasta już dalej ku przodowi dzięki regularnemu procesowi dzielenia się najbardziej tylnych szeregów jej komórek. Niezmiernie pouczającym jest pod tym względem preparat, przedstawiony na Fig. 5, a wyobrażający tylną część młodego paska zarodkowego *Ligii* (stadyum naupliusowe) wypreparowanego i widzianego od strony wewnętrznej, t. j. z powierzchni zwróconej do żółtka. Tuż przed odbytowem zgrubieniem ektodermy (pr.), które wkrótce ma się wpuklić dla utworzenia jelita tylnego (proctodaeum), znajdujemy bardzo regularne szeregi wielkich kulisto-

wielokątnych komórek mezodermy. Szereg najbardziej tylny składa się z komórek największych (*m*''), pomiędzy któremi odróżniamy cztery z jednej strony, cztery z drugiej i dwie największe wśrodku; w drugim szeregu znajdujemy już znacznie więcej komórek, w następnych liczba ich jest rozmaita i przytem układ szeregowy coraz mniej widoczny, a same komórki coraz drobniejsze; po dziewięciu—dziesięciu szeregach, mniej lub więcej regularnych, następują już (w przedniej połowie paska zarodkowego) komórki, nieregularnie rozproszone pod powierzchnią ektodermy. Na stadyach nieco wcześniejszych obserwować można nietylko szeregi poprzeczne komórek mezodermy, ale również dosyć wyraźne szeregi podłużne; widzimy to po części także na Fig. 5, a także na pasku zarodkowym stonoga Fig. 6., gdzie tylne szeregi wielkich komórek mezodermy złożone są również z 10 komórek, przyczem nie można tu jednak odróżnić dwóch szeregów środkowych.

Jeśli się teraz spytamy, jaki jest bliższy związek szeregów komórek mezodermalnych, jakie widzimy np. na Fig. 5, z elementami, oddzielającymi się od blastodermy, to łatwo się przekonać, że boczne szeregi tylnych rzędów, utworzone z wielkich komórek są bezpośrednimi produktami bocznych, parzystych zgrubień blastodermy, co się zaś tyczy szeregów środkowych, do których należą dwie tylne wielkie komórki charakterystyczne (*m*'' wśrodku Fig. 5), leżące tuż z przodu zgrubienia odbytowego, to najprawdopodobniej są one bezpośrednimi produktami nieparzystego zgrubienia tylnego (porównaj przekrój podłużny, grzbieto-brzuszny przez tylną część paska zarodkowego, Fig. 12). Zasługuje na szczególną uwagę, że podobny, regularny układ komórek mezodermy w tylnej części paska zarodkowego zaznaczył też u Cymothoa niedawno Patten [13]), niepodając jednak niestety żadnych dokładniejszych danych co do powstawania listków zarodkowych. Wielce jest ciekawem, że u C y m o t h o a, podobnie jak u *Ligia* i stonoga, istnieją regularne szeregi komórek mezodermy p o p r z e c z n e i p o d ł u ż n e; Patten odróżnia również rzędy środkowe i boczne w kierunku podłużnym, przyczem w bocznych rysuje on po trzy rzędy komórek z każdej strony, w środkowych po dwa.

Rozpatrzmy teraz z kolei najbliższe losy entodermy, będącej, jak powiedzieliśmy, produktem nieparzystego zgrubienia tylnego.

Otóż, skupienie entodermy, w tylnej części tarczy, początkowo pełne (*en* na Fig. 20, 25) rozluźnia się bardzo prędko, a jego komórki rozpraszają się na boki oraz przesuwają się nieco ku przodowi, zajmując ostatecznie miejsce pod zgrubieniami bocznemi, t. j. przedniemi. Nader pouczającym jest pod tym względem skrawek (Fig. 32) z okolicy tarczy, odpowiadającej środkowi zgrubienia tylnego, lecz ze stadyum

nieco późniejszego aniżeli to, jakie wyobrażono na Fig. 20—31. Na tych ostatnich figurach widzieliśmy, że entoderma (en) przedstawia się tam jako **pełne** skupienie komórek, pozostające w związku z ektodermą, w stadyum zaś, wyobrażonem na Fig. 32, komorki zgrubienia środkowego (en) rozproszyły się w znacznej części na boki, na prawo i na lewo, przenikając pod zgrubienia boczne (m). Najbardziej powierzchowna część zgrubienia środkowego pozostaje jeszcze w bezpośrednim związku z warstwą zewnętrzną, z ektodermą i jest dotąd pełna; niektóre z wewnętrznych jej komórek (np. jedna po stronie lewej zgrubienia środkowego, oznaczona przez *en*) znajdują się na tym skrawku w stadyum oddzielania się i przenikania do żółtka, a wewnętrzny kontur całego zgrubienia jest bardzo nieregularny i wskazuje, że takie oddzielanie się elementów komórkowych odbywa się tu na wielką skalę; większa część jednakże komórek oddzieliła się już zupełnie, przyjęła postać amebowatą, t. j. otrzymała krótsze lub dłuższe wyrostki plazmatyczne i przeszła na boki, tworząc tu luźne skupienia w żółtku, spoczywające w niem pod zgrubieniami bocznemi, gdzie, jako produkty tych ostatnich, znajdujemy tuż pod powierzchnią ektodermy przypłaszczone elementy środkowego listka zarodkowego: mezodermy (m). Najzewnętrzniejsze komórki zgrubienia środkowego, przylegające dotąd bezpośrednio do ektodermy, pozostają tam nadal w niewielkiej ilości i, jak powiedzieliśmy, przyczyniają się do powiększenia materyału mezodermalnego (dają najprawdopodobniej środkowe rzędy elementów mezodermy). Skrawek tejże seryi, lecz z okolicy nieco bliższej przodu, pokazuje (Fig. 33) że komórki entodermy (en), rozproszone w żółtku, przenikają na przód i do tej także okolicy tarczy zarodkowej, w której istnieją tylko zgrubienia boczne (przednie), w tem miejscu dosyć silnie rozwinięte. W ten sposób ostatecznie entoderma tworzy dwa, parzyste, luźne skupienia komórkowe pod bocznemi częściami tarczy.

Dwa te skupienia entodermalne, z początku bardzo luźne, stają się rychło pełniejsze i bardziej zbite. A mianowicie dzieje się to raz w skutek tego: iż komórki bardziej się skupiają i zbliżają ku sobie oraz w ogólności ku brzusznej ścianie ciała zarodka; powtóre dla tego: iż komórki wciągają swe plazmatyczne wyrostki i zaokrąglają się, przez co skupienia tracą charakter luźnej tkanki, jaki miały dotychczas.

Takie pełne skupienia entodermy, spoczywające na brzusznej ścianie z boków paska zarodkowego, widać w tyle tuż po za płatami głowowymi jako dwa **skrzydła boczne**; widzieliśmy je w stadyum naupliusowem (Fig. 4, en) oraz na paskach zarodkowych wcześniejszego (Fig. 3, en) i późniejszego wieku (Fig. 7, 8, en).

IV. Rozwój organów ciała.

a) Rozwój przewodu pokarmowego.

Przewód pokarmowy dorosłych stonogowatych *(Oniscidae)* składa się, jak wiadomo, z cienkiego i krótkiego przełyku *(oesophagus)*, który rozszerza się w tyle w t. w. żołądek żujący (*Kaumagen)*, mniej więcej kulisty. Ten żołądek jest uzbrojony wewnątrz dwoma błonisto-chitynowymi łukami, stanowiącymi jakby rusztowanie jego ścianek. W tyle poza żołądkiem żującym następuje dosyć znaczne zwężenie, poza którem przewód pokarmowy znów się rozszerza, tworząc jelito, z przodu szersze, ku tyłowi węższe i bezpośrednio przechodzące już w kiszkę prostą; na granicy pomiędzy żołądkiem żującym i jelitem otwierają się dwie pary worków wątrobowych. Do przełyku otwiera się według badań Hueta [14]) para gruczołów ślinnych.

Zanim rozpatrzymy historyę rozwoju przewodu pokarmowego, zaznaczymy z góry, że 1⁰ nabłonek przełyku, gruczołów ślinnych, żołądka żującego, tylnej, węższej części jelita środkowego oraz kiszki prostej jest pochodzenia ektodermalnego, nabłonek zaś przedniej, rozszerzonej części jelita środkowego (następującej tuż poza żołądkiem żującym) oraz uchodzących do niej worków wątrobowych jest produktem entodermy; tę najbardziej na przód wysuniętą część jelita środkowego, do której uchodzą worki wątrobowe, nazywać będziemy w dalszym ciągu pracy niniejszej właściwem jelitem środkowem.

Wyżej już mieliśmy sposobność zaznaczyć, że we wczesnem stadyum rozwoju paska zarodkowego zjawiają się dwa wypuklenia ektodermy: gębowe i odbytowe (stomo- i proctodaeum). Brzegi otworu wpuklenia gębowego grubieją wkrótce i tworzą czworokątno-owalną obrączkę. Następnie brzegi te, zrazu przedni, a nieco później i tylny, grubieją jeszcze bardziej, tworząc zawiązki wargi przedniej względnie tylnej (Fig. 8, l, l').

Stomodaeum rośnie ku górze i ku tyłowi. Tylny jego koniec znacznie się rozszerza, a ścianka silnie grubieje. Tylna, rozszerzona część stomodaeum jest zawiązkiem żołądka żującego. W przednim jej oddziale odróżniamy zgrubienia ścianek: grzbietowe, brzuszne oraz dwie pary bocznych. W tylnym zaś oddziale: dwie pary bocznych zgrubień zlewają się z każdej strony w jedno, zamiast zaś zgrubienia grzbietowego zjawia się kieszonkowate wpuklenie ścianki ku wnętrzu (p. Fig. 37, 38).

W tylnej okolicy stomodaeum można w pewnem stadyum rozwoju doskonale obserwować tworzenie się gruczołów ślinnych, w postaci pary bocznych wypuklin jego ścianki. Na skrawkach poprzecznych znajdujemy z boków stomodaeum (w tylnej jego części) dwa krótkie rurkowate woreczki, biegnące w kierunku podłużnym i ograniczone ścianką, złożoną z warstwy komórek walcowatych; są to właśnie ślinianki. Otóż, jeśli rozpatrzymy seryę skrawków, będziemy się mogli przekonać, że woreczki te komunikują bezpośrednio z nabłonkową (ektodermalną) ścianką stomodaeum, są jej wypuklinami, tylne zaś ich końce są ślepo zamknięte. Wypukliny ścianki stomodaeum przeznaczone dla utworzenia ślinianek widzieć możemy na Fig. 37, g. s.

Proctodaeum rośnie wprost ku przodowi. Z początku jego ścianka jest wszędzie jednakowa, z walcowatego nabłonka utworzona. W stadyum nieco późniejszem, przedni, czyli bardziej wewnętrzny oddział jelita tylnego zmienia nieco swą postać, a mianowicie komórki ścianki tego oddziału, odżywiane przez żółtko, otaczające je z zewnątrz i wypełniające jamę ciała, stają się bardziej soczyste, bogatsze w plazmę, wyższe, a jądra ich przyjmują postać owalną, podczas gdy w części zewnętrznej, obwodowej proctodaeum pozostają one kuliste; prócz tego cała ścianka proctodaeum, dotąd jednowarstwowa, staje się wielowarstwową. W ten sposób już w tak wczesnem stadyum rozwoju możemy rozróżnić w proctodaeum dwie części: obwodową, tylną, przedstawiającą przyszłą kiszkę prostą (rectum) oraz ośrodkową, przednią, przedstawiającą większą część ostatecznego jelita środkowego. Na Fig. 46 możemy zauważyć różnicę w budowie ścianki w przedniej i tylnej okolicy proctodaeum (pr.).

Pozostaje nam jeszcze do rozpatrzenia: powstawanie jelita środkowego właściwego (t. j. najbardziej przedniego oddziału jelita środkowego) oraz woreczków wątrobowych.

Widzieliśmy już wyżej, że komórki entodermy tworzą dwa skupienia boczne w przedniej części paska zarodkowego. Skupienia te, utworzone początkowo z komórek luźno ułożonych i posiadających wyrostki plazmatyczne, przeobrażają się po pewnym czasie, jak widzieliśmy, w pełne skupienia komórkowe, złożone z elementów zaokrąglonych. W stadyum nieco późniejszem komórki te tworzą tak gęste skupienia, że bardzo często nie można odróżnić granic pomiędzy niemi; jedno z takich gęstych, zbitych skupień entodermalnych, a mianowicie lewe, przedstawione jest na Fig. 48, *en*, która wyobraża część lewej połowy skrawka poprzecznego.

Każde z obydwóch skupień entodermalnych ma z początku na przecięciu poprzecznem przez zarodek postać mniej lub więcej owalną, przyczem długa oś owalu ma położenie skośne, tak iż osi prawego i le-

wego skupienia zbiegają się ku sobie w kierunku strony brzusznej. Kombinując skrawki poziome i poprzeczne, można się przekonać, iż w ogóle skupienia, o których mowa, mają mniej więcej postać przypłaszczonych sferoidów. Wkrótce jednak spłaszczają się one tak silnie, iż otrzymują postać płyt, które, wyginając się, stają się wypukłe od strony zewnętrznej, zaklęśnięte od strony wewnętrznej, t. j. od strony żółtka (Fig. 47, en).

Każda z płyt entodermalnych składa się z 2—4 warstw komórek, przyczem płyty są z początku mniej więcej jednakowo grube tak w części spodniej, t. j. zwróconej ku ściance brzusznej ciała, jakoteż w górnej, zwróconej ku stronie grzbietowej. Wkrótce zaklęśnięcie każdej z płyt od strony wewnętrznej, t. j. od strony żółtka, staje się silniejszem niż dotąd, a w samej płycie odróżnić można część ośrodkową, spodnią, bardziej zgrubiałą, oraz obwodową, zwróconą ku górze, znacznie cieńszą (p. Fig. 47, en). W tem stadyum budowa każdej z płyt entodermalnych staje się bardzo osobliwą. Ich komórki silnie się skupiają, stają się wskutek wzajemnego ucisku walcowate, przyczem układają się po większej części (niewszędzie) w dosyć regularne słupki. W tych słupkach, miejscami bardzo wyraźnie wzajemnie odgraniczonych i regularnie, jeden obok drugiego, ułożonych zauważyć można na przekrojach po dwa, trzy, lub cztery jądra kulisto owalne, wskazujące, że tyleż komórek wchodzi w skład słupka; słupkowaty taki układ komórek widać wyraźnie tylko w części zewnętrznej płyty entodermalnej (t. j. zwróconej ku ektodermie); od strony zaś wewnętrznej (t. j. zwróconej ku żółtku) znajdujemy zlaną plazmę drobnoziarnistą z niewielką ilością tu i owdzie rozproszonych w niej jąder; w tej części wewnętrznej płyt nie mogłem na żadnym preparacie odróżnić granic komórek, tutaj więc rzeczywiście następuje zlewanie się komórek.

Płyty entodermalne, widziane z góry (Fig. 8, en), mają postać owalną; przednie ich końce skierowane są na przód i na zewnątrz, tylne zwrócone ku tyłowi i ku wnętrzu, t. j. ku linii środkowej ciała; ku przodowi płyty są rozszerzone i zaokrąglone, ku tyłowi zwężają się i są nieco zaostrzone. — Oba zawiązki entodermy stykają się z sobą i zrastają tylnymi wewnętrznymi końcami. Prawie jednocześnie ze zrastaniem się ich przechodzą one przez trzy inne ważne zmiany. Naprzód, zaczątki te, przedstawiające płyty, zaklęśnięte od strony żółtka, stają się jeszcze bardziej wklęsłe, zaginają się do wnętrza swymi brzegami, głównie górnymi a poczęści też i spodnimi, i zamykają się ostatecznie w rurki. Potem, każdy z zaczątków, w miarę zrastania się z zaczątkiem strony przeciwnej i zamykania się w rurkę, rośnie energicznie ku tyłowi, przyczem nowopowstający oddział tylny zamyka się również w rurkę

(worek wątrobowy). Wreszcie, w tych częściach zaczątków, które rozrastają się ku tyłowi, występuje na powierzchni wewnętrznej każdego z nich fałd podłużny, który wdziera się coraz dalej w głąb, w kierunku żółtka, dzieląc każdy z pierwotnych worków wątrobowych na dwa, t. j. dwa ostateczne worki wątrobowe każdej strony.

Dokładniejsze rozpatrzenie się w szeregu skrawków poprzecznych i podłużnych pozwoli nam dokładniej ogarnąć proces tworzenia się tych części.

Wielce pouczającą pod tym względem jest naprzód serya skrawków poprzecznych, przedstawiona na Fig. 34—36. Na skrawku najbardziej przednim (na rysunku nieprzedstawionym) znajdujemy na przecięciu poprzecznem zupełnie odosobnione jeden od drugiego: prawy i lewy zaczątek entodermalny, położone z obu stron jelita przedniego (stomodaeum). Zaczątki są tu już zamknięte w rurki, których ścianka (od przodu ślepo zamknięta) ogranicza niewielką przestrzeń, wypełnioną żółtkiem. Jądra komórek entodermy są tu, jak i na innych skrawkach, ziarniste, a plazma siatkowata, blada, bogata w wodniczki (vacuolae); w żółtku, ograniczonem przez te komórki, widać także liczne wodniczki i przestrzenie puste, co pokazuje, że żółtko jest w tych miejscach energicznie absorbowane przez otaczające je komórki.

Na skrawku, następującym w tyle po za tym, dopiero co opisanym, np. na wyobrażonym na Fig. 34, oba rurkowate zaczątki entodermalne połączone są z sobą na linii środkowej; oba mają na przekroju znacznie większą średnicę, są szersze i wyższe niż w okolicy najbardziej przedniej. Oba zaczątki połączone są z sobą od spodu przez zgrubiałą płytkę poziomą (cz. ł.), w której znajdujemy dwa lub trzy rzędy jąder; płytka ta zrasta się z tylną ścianą ślepo zamkniętego dotąd stomodaeum. Powyżej tej płytki znajdujemy w środku bardziej luźne, nieregularne nagromadzenie entodermy, w które bezpośrednio przechodzi górna ścianka prawego i lewego zaczątka. W ten sposób, na rozpatrywanym skrawku, który pochodzi z okolicy tuż poza tylną ścianką ślepo zamkniętego stomodaeum, cały zawiązek entodermalny ma postać jakby leżącej ósemki, przyczem części boczne są jamiste i wypełnione żółtkiem, bogatem w wodniczki, środkowa zaś część łącząca jest płytką, utworzoną z komórek mniej lub więcej luźnie ułożonych.

Na skrawkach, następujących w tyle poza ostatnio rozpatrzonym, zaczątki entodermy nie są jeszcze zamknięte w postaci rurek, lecz są to otwarte dotąd od strony żółtka rynienki, przyczem w każdej z nich pojawiać się zaczyna fałd podłużny. Ślepo zamknięte, przednie wierzchołki rurek oraz część środkowa, nieparzysta, powstała ze zrośnięcia się parzystych zaczątków entodermalnych, przedstawiają przyszłe

jelito środkowe, właściwe; następujące zaś w tyle zaczątki rynienkowate, które również zamykają się w rurki, ale począwszy od tyłu ku przodowi (t. j. w tyle zamykają się w rurki znacznie wcześniej niż na przodzie), są zawiązkami rurek czyli worków wątrobowych.

Dla zrozumienia tych procesów wielce jest pouczającem rozpatrzenie dwóch skrawków, następujących w tyle po za ostatnio opisanym i należących do tej samej seryi (Fig, 35, 36). I tak, zawiązki, będące na Fig. 34 rurkami, przedstawiają nieco dalej ku tyłowi, na Fig. 35, rynienki, od strony żółtka wklęsłe i otwarte; obie te rynienki połączone są z sobą i tutaj także przez płytkę środkową (cz. ł.). Oprócz tego na wewnętrznej powierzchni każdej z rynienek znajdujemy w przecięciu wzmiankowany fałd podłużny (f. p.), wdzierający się do wnętrza żółtka.

Na Fig. 36, przedstawiającej jeden ze skrawków jeszcze dalszych (bardziej tylnych), widzimy, że wolne brzegi górne każdej rynienki zrosły się już z fałdem podłużnym, a jednocześnie zetknęły się z nim i zrosły z każdej strony wolne brzegi płytki środkowej, wskutek czego utworzyły się po dwie rurki zamknięte z każdej strony *(h, h')* oraz wolny zaczątek rynienkowaty, środkowy (cz. ł.), otwarty od strony żółtka. Dwie pary rurek są to dwie pary worków wątrobowych, rynienkowaty zaś zaczątek, spoczywający ponad wewnętrzną parą worków wątroby, tworzy dolną ściankę otwartego jeszcze w tem miejscu od strony żółtka jelita środkowego właściwego.

Na skrawkach z okolicy jeszcze bardziej w tył posuniętej nie ma już żadnego zaczątka środkowego, nieparzystego, lecz istnieją tylko dwie pary rurek wątrobowych.

W celu ostatecznego wyjaśnienia sobie opisywanych tu stosunków spojrzmy jeszcze na Fig. 45 i 46, wyobrażające przecięcia podłużne, grzbietobrzuszne (nieco skośne) przez zarodki stadyum cokolwiek starszego.

Na Fig. 46 widzimy na skrawku jelito przednie (stomodaeum) *st.*, jelito tylne (proctodaeum) *pr.*, które są na końcach ślepo zamknięte, lecz wewnętrzne, do żółtka przylegające ścianki tych ślepych końców są bardzo cienkie i przez warstwę spłaszczonych komórek uformowane. W części przedniej skrawka widzimy dalej podłużnie przecięty jeden worek wątrobowy (h), ku tyłowi zaś i drugi (h'). Żółtko, zawarte wewnątrz tych worków, różni się bardzo konsystencyą od żółtka, wypełniającego grzbietową część jamy ciała, a mianowicie w rurkach wątrobowych żółtko jest drobnoziarniste i nie składa się nigdzie z większych kul i płytek i prócz tego zawiera liczne dosyć wodniczki. Przedni brzeg górnej ścianki worka wątrobowego (h) zagina się w tył i przechodzi

w poziomą płytkę (cz. ł), którą widzieliśmy na przecięciu poprzecznem ponad wewnętrzną parą rurek wątrobowych na Fig. 36; ważną jest także okoliczność, że część żółtka, ograniczona od spodu przez tę płytkę i od przodu przez tylną ścianę jelita przedniego (stomodaeum), ma taką samą, drobnoziarnistą konsystencyę jak i żółtko, ograniczone przez worki wątrobowe. Płytka, o której mowa, stanowiąca brzuszną ściankę jelita środkowego właściwego, otwartego jeszcze dotąd wśrodku z góry, t. j. od strony żółtka, przechodzi na boki i ku przodowi w ślepo zamknięte woreczki, które widzieliśmy na przecięciu poprzecznem (m' d') na Fig. 34.

Na Fig. 45, przedstawiającej skrawek z tejże seryi, lecz z okolicy bocznej zarodka, widzimy jeden z owych bocznych, kulistych woreczków jelita środkowego właściwego (m' d'), wdzierający się daleko ku górze i ku przodowi, położony w tyle po za mózgiem i oddzielony przewężeniem od worka wątrobowego. W stadyum jeszcze późniejszem środkowa płytka łącząca, wyobrażona na Fig. 46 (cz. ł.) oraz na Fig. 34, 35, 36 (cz. ł.), zamyka się stopniowo od strony grzbietowej w krótką, pierścieniowatą rurkę, lecz zanim to następuje, otwiera się pomiędzy tą częścią a stomodaeum i proctodaeum bezpośrednia komunikacya wskutek przerywania się wewnętrznych ścianek obu tych wpukleń. Boczne, kuliste, ku przodowi skierowane woreczki czyli wypukliny jelita środkowego właściwego (m' d') są to twory, czasowo tylko istniejące; w miarę bowiem wsysania żółtka ścianki ich coraz bardziej się spłaszczają i wyrównywają.

Dla zupełnego zrozumienia tego dosyć zawiłego i trudnego do przedstawienia sposobu formowania się jelita i wątroby, rozpatrzmy jeszcze szereg następujących rysunków napół schematycznych (Fig. 50, a, b, c, d, e). W *a* przedstawione są napół schematycznie z góry dwa zaczątki entodermalne, w postaci płyty prawej i lewej. W *b* obie płyty połączone są z sobą w części tylnej za pomocą mostka odpowiadającego tworowi, oznaczonemu przez *cz. ł.* na Fig. 34, 35 i t. d. W częściach bocznych, jak nam wiadomo, pojawia się wkrótce jama, ponieważ przez zaginanie brzegów przeobrażają się one w rurki wypełnione żółtkiem (por. F. 34, m' d'); wkrótce i łącząca je płytka środkowa zamyka się w rurkę, otwierającą się do części bocznych. Worki boczne rosną jednocześnie ku tyłowi, jak to widzimy w *c*, przyczem (jak nam wiadomo ze skrawków poprzecznych Fig. 35) rosną w postaci rynienek, początkowo otwartych z góry, to jest od strony żółtka i stopniowo tylko zamykających się w rurki przy jednoczesnym podziale podłużnym na cztery worki ostateczne, przyczem podział ten zaczyna się od tyłu i postępuje ku przodowi (por. Fig. 35, 36), jak to widzimy w *d*. Z za-

wiązkiem jelita środkowego właściwego zrasta się stomodaeum i proctodaeum, jak to przedstawiono w *c* i *d*., poczem przednie wypukliny jelita środkowego właściwego, a mianowicie części oznaczone przez *j. s. w.*, zmniejszają się i redukują, jak to wyobrażono w *e*.

Stosunek stomodaeum, względnie proctodaeum do właściwego jelita środkowego widocznym jest na seryi skrawków poprzecznych, przedstawionych przy słabem powiększeniu na Fig. 38—44.

Na Fig. 44, przedstawiającej skrawek poprzeczny z tylnej okolicy ciała zarodka, widzimy cztery rurki (h, h') wątrobowe, zupełnie zamknięte; w środku pomiędzy niemi pozostaje jeszcze nieznaczna część żółtka w jamie ciała; oprócz tego po nad parą górnych worków wątrobowych znajdujemy na przecięciu proctodaeum (*pr.*) mniej więcej w postaci trójkątnej.

Na Fig. 43, przedstawiającej skrawek, bardziej ku przodowi posunięty, worki wartrobowe stają się coraz szersze, a proctodaeum przybiera postać nieco wydłużoną na przekroju w kierunku grzbietobrzusznym, przyczem spodnia, zwężona część proctodaeum mieści się nie nad, lecz pomiędzy parą górnych worków wątrobowych.

Na Fig. 42, wyobrażającej skrawek jeszcze bliższy przodu, cztery rurki wątroby nie są jeszcze wyróżnione, lecz ogólna masa żółtka otoczona jest przez jednociągłą ściankę entodermy (h, h'), u góry tylko przerwaną, w miejscu, gdzie mieści się proctodaeum (pr.); żółtko w tem miejscu przylega bezpośrednio do spodniej, cienkiej bardzo, jednowarstwowej (z warstwy spłaszczonych komórek utworzonej) ścianki proctodaeum. Na ściankach entodermy widzimy fałd nieparzysty dolny (f) i dwa fałdy boczne (f'); są to początki fałdów, które ku tyłowi już ze sobą połączone, wytworzyły cztery worki wątrobowe; na stadyum nieco późniejszem i w tem także miejscu znajdujemy już 4 odgraniczone rurki.

Na skrawku jeszcze bliższym przodu, na Fig. 41, znajdujemy już w przecięciu właściwe j e l i t o ś r o d k o w e, wypełniające całe prawie wnętrze zarodka w postaci pierścienia (nader krótkiego), żółtkiem wypełnionego (m'. d'.); co się tyczy proctodaeum, to nie istnieje już w tem miejscu spodnia jego ścianka, tak, że tym sposobem w rozpatrywanem stadyum istnieje już bezpośrednio komunikacya pomiędzy jamą proctodaeum i jamą właściwego jelita środkowego.

Na Fig. 40 znajdujemy w przecięciu przednie, ślepe, workowate wypukliny jelita środkowego (m'. d'), od spodu zaś dolną ściankę stomodaeum (st.), otwartego już, jak widzimy, od strony górnej do żółtka i komunikującego z tem ostatniem. Pomiędzy ślepemi wypuklinami workowatemi znajdujemy tu w jamie ciała żółtko, nieotoczone jeszcze

przez entodermę; widzimy z tego, że jelito środkowe właściwe, wybiegające z boków w dwie przednie, ślepo zakończone wypukliny, nie jest tu jeszcze w środku zamknięte od przodu; później żółtko zostaje tu powoli wessane, przenika do wnętrza właściwego jelita środkowego a jednocześnie ścianka stomodaeum zrasta się z jego ścianką.

Na Fig. 39 widzimy jeszcze większą część ścianki stomodaeum (st.) otwartą również od grzbietu i komunikującą z żółtkiem. Wreszcie na Fig. 38 stomodaeum jest zamknięte, a po nad niem w jamie ciała znajduje się część żółtka (v), niewessana jeszcze dotąd i nieotoczona przez entodermę.

Na podstawie naszych obserwacyi możemy w następujący sposób streścić historyę rozwoju przewodu pokarmowego *Ligii*:

1. Zawiązek entodermy nieparzystego pochodzenia rozpada się wcześnie na dwie pełne masy komórkowe, umieszczone pod ektodermą w przedniej części ciała po prawej i lewej stronie w postaci skupień skrzydlatych, bocznych paska zarodkowego.

2. Parzyste te zawiązki stają się blaszkowate i zaginają się rynienkowato ku linii środkowej ciała zarodka.

3. Oba zawiązki blaszkowate stykają się z sobą i następnie zrastają się za pośrednictwem płytki środkowej, leżącej na linii środkowej ciała zarodka, na stronie brzusznej.

4. Przednie części zawiązków blaszkowatych, rynienkowatych, wskutek dalszego energicznego zaginania się ich brzegów ku linii środkowej, przeobrażają się bardzo prędko w dwa woreczki ślepo zakończone ku przodowi, płytka zaś środkowa pozostaje przez dłuższy czas otwarta i przylega do żółtka, spoczywającego w jamie ciała, lecz ostatecznie zamyka się również w krótki pierścień, a żółtko zostaje wessane.

5. Przednie, ślepo zakończone woreczki wraz z częścią środkową, łącząca je — stanowią właściwe jelito środkowe. Woreczki te ulegają później redukcyi, w miarę jak żółtko, przez nie ograniczone, zostaje wessane i wraz z łączącą je częścią środkową dają najbardziej przedni oddział jelita środkowego — właściwe jelito środkowe, t. j. tę wązką część ścianki jelita ostatecznego, do której uchodzą worki wątrobowe.

6. Wspomniane woreczki właściwego jelita środkowego rozrastają się jednocześnie ku tyłowi, z początku w postaci płytek rynienkowatych, przylegających do brzusznej i do bocznych ścianek ciała zarodka; wskutek zaginania się ich brzegów oraz wskutek jednoczesnego pojawienia się na wewnętrznej (do żółtka zwróconej) powierzchni ich fałdów podłużnych, zamykają się one w cztery worki wątrobowe, wyróżniające się naprzód w okolicy najbardziej tylnej, a stopniowo i w coraz bardziej przednich.

7. Cała reszta nabłonka przewodu pokarmowego powstaje jako wpuklenie zewnętrznego listka zarodkowego: przednie i tylne (stomodaeum, proctodaeum), przyczem końcowa część ścianki proctodaeum przerywa się dla utworzenia komunikacyi z żółtkiem od spodu, końcowa zaś część ścianki stomodaeum od strony grzbietowej i w ten sposób oba wpuklenia rosną ku sobie dla spotkania się z tą częścią przyszłeścianki jelita ostatecznego, do której uchodzą worki wątrobowe i która przedstawia zredukowane właściwe jelito środkowe.

b) Jama ciała, żółtko i komórki żółtkowe.

W dosyć wczesnem stadyum rozwoju, a mianowicie wtedy, gdy istnieje krótkie bardzo wpuklenie jelita przedniego i tylnego (stomodaeum, proctodaeum) i gdy w tylnej części odwłokowej okolicy nie są jeszcze wyróżnione pojedyńcze odcinki ciała, komórki mezodermy tworzą mniej lub więcej regularne skupienia w segmentach tułowiowych i przednich odwłokowych, skupienia jednak pełne, niezawierające ani śladu jamy pośrodku. Na przecięciach podłużnych, grzbieto-brzusznych przechodzących przez zarodek *Ligii* we wzmiankowanem stadyum rozwoju, znajdujemy w ektodermie zagłębienia od strony zewnętrznej, odpowiadające granicom pomiędzy odcinkami. Pomiędzy każdemi dwoma zagłębieniami, a więc w miejscach odpowiadających segmentom, zwłaszcza w okolicy tułowiowej, znajdujemy oddzielne pełne skupienia komórek mezodermy. Stadyum takie jest jednak bardzo krótkotrwałe; komórki mezodermy, dotąd skupione, rozsypują się bardzo prędko, tworząc luźne nagromadzenia, jednociągłe, przylegające do ektodermy oraz przenikające do wnętrza tworzących się zawiązków odnóży. Wewnątrz tych ostatnich zaczynają się pojawiać pierwsze ślady wtórnej, t. j. ostatecznej, jamy ciała, wskutek lokalnego rozstępowania się komórek Fig. 48, co-e-l.). Wkrótce komórki rozluźniają się bardziej i w innych miejscach i w ten sposób powstają liczne, nieregularne przestwory i szczeliny, ograniczone elementami mezodermy i będące ostatecznymi zawiązkami jamy ciała.

Na Fig. 45 i 46 widzimy liczne komórki mezodermy rozproszone pojedyńczo lub grupami pomiędzy ekto- i entodermą; przestrzenie i szczeliny pomiędzy niemi przedstawiają zawiązki ostatecznej jamy ciała (coelom).

Komórki mezodermalne, rozrzucone pomiędzy ektodermą i żółtkiem lub też pomiędzy ektodermą i entodermą, w miejscach gdzie zaczątki jej ograniczają żółtko, występują z początku tylko na stronie

spodniej zarodka, później zaś przechodzą stopniowo na boki i na grzbiet. Ku grzbietowi przenikają one przedewszystkiem w przedniej i tylnej części zarodka, w miejscach gdzie występuje wpuklenie stomodaeum, względnie proctodaeum. Tak np. na Fig. 45 i 46 widzimy komórki mezodermy (m) w okolicy brzusznej oraz z boków zarodka; grzbiet jest tu przeważnie ograniczony tylko przez warstwę ektodermy, bezpośrednio przylegającą do żółtka (p. zwłaszcza Fig. 45); komórki mezodermalne znajdujemy w niewielkiej ilości na grzbiecie, głównie tylko na przednim i tylnym końcu ciała zarodka (m).

Udział żółtka w procesach rozwojowych rozpatrzyliśmy już po części wyżej, mówiąc o rozwoju przewodu pokarmowego; dodamy tu jeszcze kilka uwag. Widzieliśmy już, że żółtko pozostaje przez długi czas w jamie ciała z zewnątrz przewodu pokarmowego, a raczej na zewnątrz tych jego części, które powstają z entodermy, t. j. właściwego jelita środkowego i worków wątrobowych; w przedniej części ciała, tuż poza głową, żółtko jest nagromadzone w największej ilości i tutaj najdłużej nie zostaje ono otoczone przez ściankę jelita środkowego właściwego (p. Fig. 39, 40, 41 *v*). Po utworzeniu się i zamknięciu worków wątrobowych żołtko nagromadzone jest jeszcze w dosyć znacznej ilości na stronie grzbietowej zarodka, jak to widzimy na Fig. 45 i 46 lub 38. Ta część żółtka, która zawarta jest wewnątrz worków wątroby lub jelita środkowego właściwego, różni się znacznie od żółtka, znajdującego się na zewnątrz; pierwsza jest delikatnie drobno ziarnista, bogata w wodniczki, ostatnia — utworzona jest z ziarn i kulek większych, twardszych, bardziej jednorodnych. Cała ta zewnętrzna część żółtka równie ulega wsysaniu, jak i część, otoczona przez entodermę; wsysanie to odbywa się tu jednak znacznie powolniej; zółtko, spoczywające z zewnątrz przewodu pokarmowego, zostaje wessane przez jego ścianki, głównie zaś przez ściankę właściwego jelita środkowego oraz worków wątrobowych; tym sposobem ścianka tych organów, otoczona przez żółtko z zewnątrz i wewnątrz, wsysa to żółtko tak wewnętrzną swą powierzchnią, jak i zewnętrzną; że tak jest rzeczywiście, przekonywają nas preparaty, w których żółtko, leżące zewnątrz entodermy, w warstwach swych, przylegających bezpośrednio do ścianek entodermalnych, jest zmienione w zupełnie ten sam sposób, jak i żółtko otoczone przez entodermę (drobnoziarniste, bogate w wodniki). Komórki entodermy, wsysając energicznie żółtko, powiększają się szybko i przyjmują postać wielkich elementów, których plazma utworzona jest z delikatnej siatki, ograniczającej liczne przestrzenie, wypełnione bladą, jednorodną substancyą — produktem wsysania żółtka, jak to widzimy na Fig. 49, przedstawiającej przekrój poprzeczny przez worki wątrobowe zarodka w póź-

nem stadyum rozwoju. W środku worków wątrobowych znajdujemy już na tej fig. bardzo mało żółtka; jest więc ono już prawie zupełnie wessane; na zewnątrz jednak worków wątrobowych znajduje się jeszcze żółtko w jamie ciała, podobnej konsystencyi jak i wewnątrz wątroby. Nie mogę z pewnością powiedzieć, czy cała masa żółtka zewnątrz-entodermalnego zostaje wessana; prawdopopobnie nieznaczna część pozostaje w jamie ciała, biorąc udział w tworzeniu się plazmy krwi, jak to przypuszczałem [15]) również dla *Mysis chameleo*, Thompson, gdzie dosyć znaczna ilość żółtka pozostaje w późnem stadyum w jamie ciała. — Muszę wreszcie dodać, że żółtko zawarte w jamie ciała zostaje wsysane nietylko przez komórki entodermy, ale również przez ścianki wpuklających się i wrastających w masę żółtka: stomodaeum i proctodaeum; przemawia za tem energiczny rozrost tych części oraz znaczne grubienie ich ścianek, których komórki nabłonkowe przeobrażają się w elementy wysokie, walcowate, obfitujące w plazmę. — Wewnątrz żółtka spostrzegać się dają w różnych stadyach rozwoju elementy komórkowe czyli tak nazwane przez nas [7]) „*vitellophagi*". Komórki te zjawiają się w bardzo wczesnem stadyum rozwoju. Już w stadyum tworzenia się entodermy i mezodermy można obserwować pewne elementy, wędrujące do wnętrza żółtka pojedyńczo i oddalające się od zaczątków entodermy i mezodermy, które, jak nam wiadomo, pozostają w bezpośredniem zetknięciu z ektodermą paska zarodkowego. Tak np. na Fig. 29 i 30 lub 26 i 21 spostrzegamy w różnych miejscach takie komórki (*k. ż.*); oddzielają się one tak od entodermy jako też i mezodermy, tworzą się pod całą tarczą zarodkową i z początku nie różnią się niczem od elementów entodermalnych i mezodermalnych.

W późniejszych stadyach rozwoju można je już łatwo wyróżnić dlatego, że ich plazma znika w masie żółtka, w jądrach zaś chromatyna skupia się silnie, w skutek czego jądra te barwią się bardzo mocno; przyjmują postać nieregularnych, często wielokątnych ciałek (*k. ż.* na Fig. 35, 36 Tab. III, lub *k. ż.* na Fig. 46, 45 Tab. III.). Wogóle występują one w niewielkiej ilości; w stadyach jeszcze późniejszych rozpadają się na ziarenka delikatne, rozbiegające się i ginące w masie żółtka (k. ż. na Fig 49).

Zobaczmy teraz, o ile opisany przez nas sposób formowania się u *Ligii* listków zarodkowych, przewodu pokarmowego i jamy ciała zgadza się z obserwacyami, dostrzeganemi u form pokrewnych przez innych autorów. Bobrecki [6]) opisuje u stonoga w środku tarczki zarodkowej (części

blastodermy) pełne skupienie komórek, pochodzących z blastodermy, a uważanych przez niego za odpowiadające wpukleniu gastruli; warstwa zewnętrzna, powierzchowna tego skupienia, przechodząca bezpośrednio w pozostałą część blastodermy, pokrywającej żółtko, stanowi ektodermę tarczy zarodkowej; z wewnętrznych zaś komórek skupienia część wędruje do żółtka, rozmnaża się tu i jak gdyby przez pewnego rodzaju wtórne brózdkowanie żółtka przeobraża się w wielkie komórki żółtkowe, dające początek nabłonkowej ściance wątroby, a więc przedstawiające właściwą entodermę; pozostała część komórek skupienia gastruli nie wchodzi w masę żółtka i tworzy komórki mezodermy; cała nabłonkowa ścianka jelita powstaje przez wpuklenie stomodaeum i proctodaeum, przyczem jednak Bobrecki dodaje, iż ponieważ proctodaeum rozrasta się kosztem materyału komórkowego, nagromadzonego w żółtku (a więc t. z. „Darmdrüsenzellen"), należy więc wewnętrzną część tego wpuklenia uważać za „jelito środkowe" właściwe, t. j. za część homologiczną z tym oddziałem przewodu pokarmowego innych zwierząt, którego nabłonek pochodzi z entodermy; oto słowa Bobreckiego: „Wenn er — (t. j. Hinterdarm) — sich weiter auf Kosten des Darmdrüsenkeimes verlängert, so mus man diesen, aus den Dotterschollen seinen Ursprung nehmenden Theil als nicht mehr dem Hinterdarme sondern dem Mitteldarme angehörend betrachten". Uwaga ta jest bardzo niewłaściwą, albowiem, według opisu Bobreckiego, elementy żółtkowe stanowią tylko jakby substancyę odżywczą dla ścianki proctodaeum, która jest pochodzenia ektodermalnego i za taką powinna być uważana bez względu na to, co stanowi odżywczy materyał dla jej komórek. Jeśli zaś tak, to z opisu Bobreckiego wynikałoby, iż u stonoga całe jelito wysłane jest nabłonkiem pochodzenia ektodermalnego, albowiem „Darmdrüsenkeim", t. j. wielkie komórki żółtkowe czyli „entodermalne", dają, według Bobreckiego, tylko nabłonek worków wątrobowych, „indem sich dabei die mit dem Kern versehenen Protoplasmaklumpen von dem Dotter absondern und mit einander verbinden". Worki wątroby powstają, według Bobreckiego, w postaci dwu oddzielonych od siebie, a do ektodermy przylegających płytek komórkowych, które łączą się z sobą następnie na linii środkowej i zamykają powoli w dwie rurki wypełnione żółtkiem, a od strony grzbietowej przez dłuższy czas są otwarte. Przeciwko tym obserwacyom Bobreckiego miałem [7]) sposobność wystąpić w r. 1886 i wykazałem wtedy, że u stonoga komórki żółtkowe, oddzielające się tu nietylko z tarczy zarodkowej, lecz i z całej blastodermy, nie biorą wcale udziału w budowie ciała zarodka, lecz są „vitellophagami", t. j. służą prawdopodobnie do rozmiękczania żółtka i ostatecznie zanikają, ulegając wraz z żółtkiem biernemu wessa-

niu przez tkanki zarodka. Komórki te nie osiągają przytem, według moich spostrzeżeń, tak wielkich rozmiarów, jak podaje Bobrecki, nie pochłaniają żółtka do wnętrza swej plazmy, lecz po większej części spoczywają pomiędzy żółtkowemi kulkami. Entoderma właściwa, powstająca wspólnie z mezodermą z wpuklenia gastruli, występuje po wyróżnieniu się swojem w postaci dwóch pełnych, parzystych skupień komórkowych, podobnie jak w pewnem wczesnem bardzo stadyum rozwoju u *Ligii*. Sposób zrastania się tych parzystych zaczątków jest zbliżony bardzo do tego, jaki opisałem u *Ligii*, z zaczątków tych tworzy się u *Oniscus*, według spostrzeżeń moich, nabłonek worków wątrobowych oraz jelita środkowego właściwego, przedstawiającego tu ów nieznaczny oddział jelita, do którego uchodzą worki wątroby; druga para worków powstaje przez podział podłużny pierwotnej pary, podobnie jak u *Ligii*. Spostrzeżenia moje co do formowania się listków zarodkowych u *Ligii* pozostają w pewnym związku z badaniami Bullara[16]) nad rozwojem równonogów pasorzytnych (u *Cymothoa*). Według tege badacza, komórki entodermy nie przenikają do wnętrza żółtka, lecz tworzą tuż pod ektodermą w przedniej części paska zarodkowego skupienie pełne, z którego powstają następnie dwa worki wątrobowe; przez ich podział powstają cztery. Oprócz tego, jak wynika z niejasnego opisu Bullara, z entodermy powstaje także, jak się zdaje, cienka bardzo błona, otaczająca całą masę pozostałego żółtka, będącego w związku z zaczątkowymi workami wątrobowymi; „the yolk — powiada on — at this stage is surrounded by a membrane (Dottersack) continous with the point of junction of the fore- and- hind- guts" (str. 515). Cały ten „pęcherz żółtkowy", jak go nazywa Bullar, komunikujący z wątrobą, jest tworem czasowo istniejącym, a odpowiada on właściwemu jelitu środkowemu „the mid- gut in these animals — powiada Bullar, — is therefore only a temporary structure"; całe bowiem jelito powstaje tu ze zrośnięcia się stomodaeum i proctodaeum, przyczem pęcherz żółtkowy, otwierający się wraz z workami wątroby do przewodu pokarmowego, zostaje powoli wessany; sądząc wszakże z Fig. 3 (str. 517) pracy Bullara, można przypuszczać, że ścianka nabłonkowa pęcherza żółtkowego, czyli tworu homologicznego z właściwem jelitem środkowem, przechodzi w spodnią część ścianki przewodu pokarmowego w tem miejscu, gdzie do niego uchodzą worki wątrobowe, co wskazywałoby znów na wielkie podobieństwo do stosunków, opisanych przeze mnie u *Ligii* i *Oniscus*. Co się tyczy elementów mezodermy, to zasługuje na uwagę, że powstają one, według Bullara, jako dwa parzyste zgrubienia boczne paska zarodkowego, co wynika z jego opisu (str. 509) oraz z figury 5 (Tab. 45) pracy tego autora.

W r. 1887 W. Reinhard[10]) zapoznał nas z niektóremi stronami rozwoju *Porcellio scaber*. Powiedzieliśmy już wyżej (p. o tworzeniu się blastodermy), że badacz ten opisuje kilka wysepek blastodermy (2, 4, 6) na powierzchni jajka. „Pod temi wysepkami — mówi Reinhard — znajdować się może kilka warstw komórek... Przerwy pomiędzy wysepkami zapełniają się stopniowo i wkrótce część powierzchni jajka pokrywa się jednociągłą warstwa ektoblastu. Komórki, spoczywające pod ektoblastem, dotąd obojętne, są entodermą pierwotną. Powoli tylko wyróżniają się one na komórki mezodermalne i entodermalne“. Już w przedstępnej naszej wiadomości[17]) wyraziliśmy domysł, że Reinhard pozostaje w błędzie i że to, co uważa za oddzielne wysepki, tworzące jednocześnie i entodermę i mezodermę, odpowiada zapewne od samego początku lokalnie już wyróżnionym na blastodermie miejscom tworzenia się entodermy i mezodermy, t. j. owym trzem zgrubieniom (tylnemu i dwóm przednim), które widzieliśmy na jajku *Ligii*. Zobaczymy nieco niżej, iż rzeczywiście w r. b. Roule[18]) sprostował spostrzeżenia Reinharda, opisawszy formowanie się listków zarodkowych u *Porcellio* w sposób bardzo zbliżony do tego, co myśmy znaleźli dla *Ligii*.

Co się tyczy rozwoju przewodu pokarmowego, Reinhard powiada: „Na wielu seryach skrawków podłużnych i poprzecznych przekonałem się, że środkowa część przewodu pokarmowego powstaje jako oddział samodzielny z komórek entodermy w przedniej części zarodka. Ścianka jej tworzy dwa występy, skierowane ku przodowi, które później wyrównywają się i zanikają, i rośnie do góry po jednej i po drugiej stronie ciała. Boczne jej ścianki rozrastają się w części przedniej prędzej niż w tylnej i wkrótce tak ścianki boczne jak również ścianka przednia, tworzą się w zupełności. Tworzenie się ścianek przechodzi i na stronę górną. Lecz zanim ta ostatnia zamyka się w zupełności, od spodu i od tyłu środkowej części przewodu pokarmowego powstają dwa worki wątrobowe. Te ostatnie zamykają się zupełnie i mają postać rurek zamkniętych wtedy jeszcze, gdy górna ścianka środkowej części przewodu pokarmowego otwarta jest na wązkiej środkowej przestrzeni.....“ Środkowa część przewodu pokarmowego, mówi dalej tenże autor, zajmuje w pewnej fazie rozwoju znaczną część zarodka i co do wielkości swojej znacznie przewyższa woreczki wątrobowe. Tak więc środkowa część przewodu pokarmowego tworzy się wcześniej niż woreczki wątrobowe, będące wyrostkami tej części“. Z powyższego opisu wynika że historya rozwoju przewodu pokarmowego u *Porcellio* jest zbliżona do historyi powstawania tegoż organu u *Ligia*. W obu bowiem

właściwego tworzy dwa czasowo istniejące występy ku przodowi, 2) górna ścianka właściwego jelita środkowego pozostaje przez dłuższy czas nieuformowaną, tak iż tu istnieje bezpośrednia komunikacya z żółtkiem, 3) rurki wątroby są wyrostkami właściwego jelita środkowego. Reinhard nie obserwował także wielkich komórek żółtkowych (Dotterzellen), opisanych przez Bobreckiego u *Oniscus*; druga para rurek wątrobowych powstaje u *Porcellio*, według tego autora, tak, jak to opisałem u *Oniscus* (oraz u *Ligia*), t. j. przez podział podłużny każdej z rurek pierwotnych. Ani zamykania się rurek wątrobowych, ani innych bliższych procesów morfologicznych, tyczących się rozwoju przewodu pokarmowego Reinhard, nie podaje. Nie widział on także właściwych „vitellophagów“ w żółtku.

W kwestyi tworzenia się listków zarodkowych u *Porcellio scaber*, podał dosyć dokładne spostrzeżenia Roule[18]). Zdaje mi się jednak, że autor ten popełnił jeden błąd, a mianowicie stadyum, opisane przez niego jako takie, w którem tworzą się listki zarodkowe (ento- i mezodermy), jest zbyt późne i odpowiada stadyum, wyobrażonemu na mojej Fig. 3. Gdyby autor francuski widział stadyum nieco wcześniejsze (odpowiadające np. mojej Fig. 1), opisy nasze byłyby bardzo zgodne. I tak Roule opisuje naprzód na blastodermie „une bande parallèle“, która mieści się na linii środkowej brzusznej powierzchni jajka i która stanowi „l'ebauche du cervau.... et de la moelle ventrale“. Już ten jeden fakt pokazuje, że Roule miał przed sobą stadyum nieco starsze (bezpośrednio poprzedzające stadyum naupliusowe), albowiem zaczątek układu nerwowego brzusznego zjawia się, przynajmniej u *Ligia*, dopiero później; co jest zresztą ogólne i dla innych skorupiaków.

Otóż, opisując to stadyum, powiada on dalej: „Au moment où naissent les premiers indices des centres nerveux, les éléments blastodermiques se multiplient en deux régions placées sur les côtés de l'embryon, un peu en arrière de l'ébauche cérébrale et de part et d'autre de la ligne médiane. Chacun de ces rayons présente bientôt sous la blastoderme une couche de cellules, qui s'accroit suivant trois directions: en haut, en bas et en arrière“. Te dwa pełne skupienia komórek pod blastodermą są według Roule'a entodermą i przedstawiają bez wątpienia twory, homologiczne z bocznemi skupieniami entodermalnemi *Ligia* (*en* na Fig. 3). Skupienia te przeobrażają się w worki wątroby; szczątkowego właściwego jelita środkowego Roule nie zauważył; a cały przewód pokarmowy wywodzi on z wpuklenia stomodaeum i proctodaeum.

Na szczególną uwagę zasługuje powstawanie mezodermy w opisywanem stadyum rozwoju. Wprawdzie według Roule'a powstają i w wielu innych miejscach blastodermy przez podział jej komórek pojedyncze elementy mezodermalne (prawdopodobnie homologiczne naszym „vitellophagom" u *Oniscus i Ligia*) to jednak według tegoż autora „les *principales zones* de prolifération du mésoderme sont placées sur la face ventrale du corps.... elles sont donc au *nombre de deux*, situées de part et d'autre de la ligne médiane" z czego wynika, że spostrzeżenia nasze co do parzystego powstawania głównej masy mezodermy są zgodne.

Roule opisuje także w krótkości powstawanie jamy ciała u *Porcellio* i w tej mierze nasze badania tak co do *Oniscus* jakoteż co do *Ligia* zgadzają się najzupełniej z jego badaniem. „Les cellules mésodermiques — powiada ten autor — évoluent suivant le procédé mésenchymateux typique et les cavités, qui naissent entre elles pour former les canaux vasculaires sont, à leur debut, des petites lacunes conjonctives aux contours irréguliers. Aucune de ces cavités ne peut être considérée comme répondant, soit par son mode de développement, soit par son origine aux zoonites mésodermiques des Annélides".

c) Rozwój systemu nerwowego.

Układ nerwowy rozwija się jako zawiązek jednociągły, t. j. mózg, zwoje głowy podprzełykowe oraz pozostałe części łańcucha brzusznego powstają nie jako części lokalnie od siebie oddzielone, lecz jako utwory, od samego początku połączone z sobą. Na paskach zarodkowych bardzo młodych (Fig. 2, 3, *l. o.*), a mianowicie poprzedzających stadyum naupliusowe oraz pozostających (Fig. 4. *l. o.*) w stadyum naupliusowem (t. j. na paskach, opatrzonych zawiązkami pierwszej i drugiej pary rożków oraz żuwaczek) zjawia się para nader wyraźnych, przednich, owalno-okrągławych zgrubień ektodermy, umieszczonych z przodu otworu gębowego i przedniej pary rożków; są to płaty oczne (*lobi optici*), występujące bardzo wcześnie na paskach zarodkowych innych także skorupiaków i dające początek oczom oraz zwojom wzrokowym *(ganglia optica)*. W stadyum naupliusowem zawiązki oczów i zwojów są w płatach wyraźnie oddzielone, nie mogłem atoli dostrzedz z góry zgrubień z których powstają zwoje, odpowiadające dwóm parom rożków i żuwaczkom. To stadyum w rozwoju *Ligii* jest krótkotrwałe, i rzadko napotkać się daje, nie mając zaś dostatecznego materyału z tego stadyum i nie mogąc już później zebrać nowego, nie mogłem też rozstrzygnąć stanowczo, czy w stadyum naupliusa pojawiają się obok zaczątków

zwojów wzrokowych także najpierwsze zawiązki zwojów rożkowych i żuwaczkowych. Wszelako niektóre z moich skrawków pozwalają przypuszczać, że prawdopodobnie już w tem stadyum występują odpowiednie, chociaż słabe, zgrubienia ektodermy.

W stadyum następnem, w którem pasek zarodkowy jest już bardziej wydłużony i ma kończyny głowy, tułowia oraz zaczątki kończyn odwłoka (p. Fig. 7, 8), widzimy już wyraźne zawiązki zwojów nerwowych. Na szczególną uwagę zasługują tu dwie następujące okoliczności: Naprzód, że w części odwłokowej paska zarodkowego najpierwsze zawiązki zwojów mają odmienny charakter, aniżeli w okolicach tułowia i głowy; a mianowicie gdy w tych ostatnich pojawiają się one odrazu w postaci zgrubień parzystych, to w odwłokowej występują zrazu jako zaczątki nieparzyste, albo przynajmniej niezdradzające parzystości. Powtóre, że w części głowy i tułowia jednocześnie z najpierwszemi zgrubieniami zwojów, które można zauważyć, pojawiają się parzyste zgrubienia spoideł podłużnych; w części natomiast odwłokowej zjawiają się one nieco później niż zawiązki samych zwojów.

W ogólności, w oddziale głowy paska zarodkowego zjawia się 7 par zgrubień zwojowych, a mianowicie: 1^0. wzrokowe, 2^0. odpowiadające pierwszej parze rożków (*antennulae*) czyli zwoje „antennularne“ 3^0 odpowiadające drugiej parze rożków (*antennae*), czyli „antennalne“, 4^0 żuwaczkowe, 5^0 odpowiadające pierwszej parze szczęk, 6^0 odpowiadające drugiej parze szczęk, 7^0 odpowiadające szczękonogom (*pedes maxillares*). W okolicy tułowiowej występuje również 7 par zwojów i wreszcie, co zasługuje na szczególną uwagę, takaż ilość w odwłoku.

W skład mózgu czyli zwojów nadprzełykowych wchodzą 3 pary zwojów: wzrokowe, antennularne i antennalne; w skład zwoju podprzełykowego 4 pary: jedna żuwaczkowa, dwie szczękowe i jedna szczękonożna.

Zanim bliżej rozpatrzymy powstawanie oddzielnych części układu nerwowego, spojrzmy na Fig. 56, która przedstawia przecięcie pionowe, podłużne (grzbieto-brzuszne) przez zarodek *Ligii*. Na przecięciu tem możemy odróżnić: zwój wzrokowy (g. o.), dwa rożkowe (g. an', g. an''), zlane już w jednę całość jako mózg, a dalej: żuwaczkowe (g. md.), dwa szczękowe (g. mx', g. mx''), szczękonożne (g. p. m.) — które są ściśle skupione i zbliżone wzajemnie, lecz niezlane z sobą, dalej: siedem tułowiowych (g. t^1. — g. t^7.) oraz siedem odwłokowych (g. a^1. — g. a^7), które w części przedniej odwłoka częściowo się zlały, ale tak, że można jeszcze pomiędzy niemi wyraźnie odróżnić oddzielne zwoje; dwie ostatnie pary zwojów odwłokowych są już w tem stadyum zupełnie zlane i zjednoczone (g a^6 + g. a^7).

Co się tyczy rozwoju mózgu, bardzo pouczającym jest preparat, wyobrażony na Fig. 57, która przedstawia nam część przednią paska zarodkowego *Ligii* wypreparowaną, oddzieloną od żółtka i rozpatrywaną z góry. Widzimy tu przedewszystkiem dwa wielkie zgrubienia oczne (zg. o.), następnie na wewnątrz nich: zgrubienia zwojów wzrokowych (g. o.); w środku na przodzie otwór gębowy, t. j. miejsce wpuklenia jelita przedniego (st.) — stomodaeum. Brzeg tego otworu ma zgrubienie przednie, t. j. zawiązek wargi przedniej (l. s.), zgrubienia tylnego, t. j. zawiązka wargi tylnej, niema jeszcze w tem stadyum, występuje ono dopiero nieco później (p. Fig. 58, l'. i). Z boków zgrubienia, stanowiącego zawiązek wargi górnej, znajdujemy na wysokości rożków drugiej pary dwa zwoje antennularne (g. an'), dosięgające dosyć znacznej wielkości, w tyle zaś po za niemi dwie pary zwojów, odpowiadających rożkom drugiej pary (antennae) i żuwaczkom (g. an'', g. md.). Zwoje antennalne oraz żuwaczkowe ułożone są po za wpukleniem kiszki przedniej (stomodaeum); zwoje zaś antennularne przed tem ostatniem.

Bardzo ważnem jest następujące stadyum rozwoju mózgu, wyobrażone na Fig. 58. Różni się ono od poprzedzającego tem, iż zjawiają się tu dwa nowe zwoje, które nazwać możemy praeantennularnemi. Rozpatrując (p. również Fig. 8) dokładniej Fig. 58, spostrzegamy na płatach ocznych, wyobrażonych tu tylko częściowo, w środku miejsca ciemniejsze — zgrubienia oczne (zg. o); na wewnątrz nich, na linii środkowej paska zarodkowego znajduje się na przodzie głębokie wcięcie, a po obu jego stronach, a więc po prawej i lewej stronie linii środkowej — dwa zgrubienia parzyste, okrągławe (g. o.), t. j. zawiązki zwojów wzrokowych (ganglia optica). W tyle po za temi ostatniemi znajduje się para nieco owalnych zwojów (g. an'), skierowanych nieco na zewnątrz i mieszczących się na wysokości rożków pierwszej pary — są to, jak wiemy, zwoje antennularne. Na tejże prawie wysokości, na wewnątrz zwojów antennularnych w środku, z przodu wpuklenia jelita przedniego znajdujemy dwa niewielkie zwoje owalne (g. p. an'), które nazywać będę praeantennularnemi, leżą one bowiem pomiędzy wzrokowemi, a zwojami pierwszej pary rożków (antennulae). Zwoje te nie są niczem innem, jak tylko wewnętrznemi częściami antennularnych, które w młodszem stadyum rozwoju stykały się z sobą prawie na linii środkowej paska zarodkowego, są więc one tylko wyróżnionemi, wewnętrznemi i bardziej przedniemi częściami zwojów antennularnych. Jak widzimy, zwoje te, podobnie jak i antennularne właściwe, umieszczone są najwyraźniej z przodu otworu gębowego; takie jest i położenie samych rożków pierwszej pary. Natomiast rożki drugiej pary, czyli antennae (an'') mają położenie pozagębowe i tak samo są położone odpowiadające im zwoje

rożkowe (g. an''); te ostatnie są postaci nieco owalnej, z boków przylegają do wpuklenia jelita przedniego (p. niżej, na skrawkach); części ich tylne sięgają poza wargę dolną, a przednie zaczynają się poza wargą górną; ku przodowi zwoje te zwężają się i za pośrednictwem spoidła łączą się z antennularnemi. Wszystkie te cztery zaczątki: ganglia optica, preantennularia, antennularia, antennalia dają zwoje mózgowe czyli nadprzełykową część układu nerwowego.

Wzajemny stosunek powyższych części składowych mózgu stanie się dla nas jaśniejszym, gdy rozpatrzymy szereg skrawków poprzecznych przez część głowową zarodka nieco starszego niż dopiero co opisany. Skrawki te przedstawione są na figurach: 59, 60, 61 i pochodzą z okolic coraz bardziej ku tyłowi posuniętych.

I tak, na Fig. 59, przedstawiającej skrawek poprzeczny, nieco skośny przez okolicę głowy najbardziej przednią, widzimy zgrubienia oczne (zg. o), na wewnątrz od nich dwa zawiązki zwojów wzrokowych (g. o.); w środku każdego z nich znajdujemy już w tem stadyum substancyę włóknistą. Nakoniec znajdujemy: dwa zawiązki zwojów praeantennularnych (g. p. an'.) na wewnątrz od poprzednich, lecz już połączone z niemi. Na Fig. 60 przedstawione są zwoje praeantennularne oraz antennularne (g. p. an', g. an') zlane z sobą, lecz zawierające z każdej strony po dwa gniazda substancyi włóknistej, co pokazuje, że części te są sumą dwóch par zaczątków. Na Fig. 61. znajdujemy wpuklenie stomodaeum i na jego wysokości po obu stronach zawiązki zwojów antennalnych (g. an''), w których widać kilka dużych jąder, w stanie dzielenia się karyokinetycznego.

Dalszy postęp zlewania się wzmiankowanych części składowych mózgu widzieć można na Fig. 62, przedstawiającej część przecięcia grzbieto-brzusznego, podłużnego przez okolicę głowy zarodka jeszcze starszego wieku.

Z przodu widzimy tu zwój wzrokowy (g. o.), w którym odróżniamy substancyę włóknistą i komórkową, stanowiącą część korową tego zwoju. Komórki tej części ułożone są w dosyć regularnych rzędach, zwłaszcza w górnej części zwoju, przyczem zasługuje na uwagę, iż tworzą one pewną ilość grup, oddzielnych części słupkowatych, zwykle w ilości mniej lub więcej pięciu, jak to właśnie widzimy na Fig. 62. Te słupkowate, pełne grupy komórek oddzielone są od siebie przerwami, jak gdyby szczelinami, mniej lub więcej szerokiemi, słupki zaś same w swych częściach wewnętrznych, przylegających do substancyi włóknistej zwoju są węższe, w częściach obwodowych szersze, wskutek czego mają postać ściętych stożków. Prawdopodobnie mamy tu zjawisko analogiczne do tego, które Wheeler[32]) zauważył i opisał w układzie ner-

wowym niektórych prostoskrzydłych (*Xiphidium*), t. j. w każdym ze sznurków podłużnych brzusznego łańcucha nerwowego regularny układ komórek w postaci pionowo stojących blaszek. Wheeler opisuje na powierzchni zewnętrznej każdego ze sznurków wielkie regularnie ułożone komórki, które są właśnie materyałem twórczym dla owych blaszek; każda blaszka ma być produktem jednego rzędu wielkich komórek. U *Ligii* nie ma nic analogicznego. Blaszkowate, regularne ułożenie komórek nerwowych opisali też Graber [33]) u *Stenobothrus* i Viallanes [34]) u Mantis. Takie rozpadanie się komórkowej warstwy zwoju wzrokowego na oddzielne, słupkowate grupy komórek jest zjawiskiem czasowem, prowizorycznem; w stadyach nieco późniejszych nie daje się ono więcej obserwować, a masa komórkowa zwoju przedstawia się jako część jednolita. W innych okolicach układu nerwowego obserwowałem również podobne zjawisko, ale występuje ono tam nie tak stale i nie tak wyraźnie jak w zwoju wzrokowym. Pomiędzy jądrami zwoju wzrokowego, podobnie jak i innych zwojów układu nerwowego, tak w opisywanem stadyum, jakoteż w stadyach wcześniejszych, widzieć można tu i owdzie pojedyncze jądra, przewyższające wielkością swoją pozostałe; odpowiadają one owym wielkim elementom zwojowym, które opisałem [15]) także w układzie nerwowym Mysis Chameleo, a które opisuje również Reichenbach [25]) u raka rzecznego, oraz inni badacze u innych skorupiaków. Takie wielkie elementy zwojowe zostały też opisane w rozwoju systemu nerwowego innych stawonogów, np. przez Tichomirowa [35]) u jedwabnika (*Bombyx mori*).

W tyle po za zwojem wzrokowym (Fig. 62) widać zwój praeantennularny (g. p. an'), położony tuż przed nasadą rożków pierwszej pary, z których jeden (an') przedstawiony jest na skrawku. Pomiędzy zwojem wzrokowym i praeantennularnym znajdujemy jak gdyby przegródkę, utworzoną z wydłużonych, wrzecionowatych komórek mezodermalnych (e. ms), wrastających od strony zewnętrznej pomiędzy zwoje; takie komórki znajdujemy również pomiędzy zwojem praeantennularnym i antennularnym (g. an'), położonym w tyle tuż po za nasadą rożków drugiej pary (antennulae), a także na granicy innych zwojów głowy, albo w środku pomiędzy niemi, albo też tylko w zagłębieniach międzyzwojowych od strony brzusznej i grzbietowej. Komórki te nie są natury nerwowej, barwią się silniej niż nerwowe i przedstawiają odmienny wygląd, a mianowicie taki, jak komórki mezodermy wewnątrz jamy rożków; w niektórych miejscach komórki te wrastają nawet do wnętrza samego zwoju; jednę np. z takich wrzecionowatych silnie zabarwionych komórek widzimy w zwoju wzrokowym na granicy pomiędzy substancyą komórkową i włóknistą (Punktsubstanz). Zobaczymy, że

i w innych okolicach układu nerwowego. a zwłaszcza w tułowiowej, dają się również zauważyć elementy mezodermy, przerastające tkankę nerwową. W tyle poza zwojem antennularnym znajduje się zwój antennalny (g. an''), poza którym widzimy masę nerwową, przedstawiającą przyszły zwój podprzełykowy (ganglion infraoesophageum), w skład którego wchodzą: zwój żuwaczkowy (g. md.) oraz dwa zwoje szczękowe (g. mx', g. mx''), zlane tu już z sobą w jednę całość, przyczem dwa gniazda substancyi włóknistej są dowodem zlania się dwóch zwojów, poprzednio samodzielnych. Zwój odpowiadający szczękonogom (pedes maxillares) zachowuje jeszcze w tem stadyum samodzielność; później i on także zlewa się z szczękowymi w jednę całość.

Nawet już po zlaniu się wszystkich, poprzednio wzmiankowanych części składowych zwoju nadprzełykowego w jednę całość, a mianowicie u zarodka prawie już dorosłego i gotowego do opuszczenia błon embryonalnych, można odróżnić na przekrojach podłużnych, poziomych oddzielne części składowe mózgu, jakkolwiek bezpośrednio już z sobą połączone. Pod tym względem bardzo pouczające są dwa skrawki poziome, przedstawione na Fig. 63 A i B, z których jeden (A) przeprowadzony został nieco wyżej (bliżej grzbietowej powierzchni ciała), drugi zaś (B) nieco niżej (bliżej brzusznej powierzchni). Widzimy tu mianowicie, że część przednią mózgu tworzą dwa płaty spłaszczone w kierunku od przodu ku tyłowi, w części górnej mózgu (A) oddzielone szczeliną od reszty, w części środkowej zaś i dolnej (B) zlane w jednę całość z częściami tylnemi mózgu; są to produkty zwojów praeantennularnych (g. p. an'). W tyle po za niemi znajdujemy parę płatów, odpowiadających zwojom antennularnym (g. an'), które również w części górnej są bardziej samodzielne; to samo daje się powiedzieć o trzeciej, najbardziej tylnej części składowej mózgu, czyli o zwojach rożków drugiej pary (g. an''). Wreszcie z boków i nieco w tyle znajdujemy wielkie zwoje wzrokowe (g. o.), które wskutek rozwoju oczów i ukształtowania się całej głowy, zajmują teraz takie położenie, gdy tymczasem w stadyach wcześniejszych mieściły się jak widzieliśmy, z przodu zwojów praeantennularnych.

Przystępując do opisu rozwoju brzusznego łańcucha układu nerwowego, zaznaczymy przedewszystkiem, że od samego początku zwoje okolicy odwłokowej występują w daleko większem skupieniu niż zwoje okolicy tułowiowej.

W ogólności zwoje wyróżniają się naprzód w okolicy tułowiowej, później dopiero pojawiają się także w odwłoku i to stopniowo, zupełnie odpowiednio do wyróżniania się odnóży w okolicy odwłokowej paska zarodkowego. Gdy w okolicy tułowiowej zwoje, od pierwszej chwili wystąpienia, są lokalnie oddzielone od zawiązków odpowied-

nich kończyn (t. j. kończyn należących do tychże odcinków ciała co i dane zwoje), w części odwłokowej paska zarodkowego przeciwnie, zwoje pojawiają się od pierwszej chwili wraz z zaczątkami kończyn danego odcinka jako jednociągłe zgrubienia poprzeczne, które dopiero nieco później wyróżniają się na dwa zgrubienia boczne kończyn i jedno środkowe zwoju nerwowego. W części tułowiowej paska zarodkowego zwoje powstają odrazu jako twory parzyste, przyczem jednocześnie z wystąpieniem zwojów pojawiają się także, jako lokalne zgrubienia zewnętrznego listka zarodkowego, spoidła podłużne. Fakt ten jest godny uwagi. W okolicy odwłokowej natomiast znajdujemy przez bardzo długi przeciąg czasu same tylko zawiązki zwojów, a później dopiero wyróżniają się spoidła podłużne, przyczem w zwojach tych, jak już wyżej zauważyliśmy, przez dłuższy czas nie można się dopatrzeć budowy parzystej.

I tak, na Fig. 8, przedstawiającej okolicę głowy i część okolicy tułowia paska zarodkowego znajdujemy zgrubienia, odpowiadające zwojom odcinków tułowiowych oraz zawiązki przyszłych spoideł podłużnych pomiędzy tymi zwojami; każdy zawiązek zwoju ma budowę parzystą, a mianowicie opatrzony jest na swym brzegu przednim i tylnym wycięciem środkowem. Parzystość zwojów tułowiowych widoczną jest jeszcze wyraźniej na Fig. 64, na której przedstawione są zwoje, odpowiadające kilku ostatnim odcinkom tułowiowym i kilku przednim odwłokowym. Widzimy tutaj, że zwoje tułowiowe są wyraźnie parzyste i połączone spoidłami podłużnemi, w odwłoku zaś występują tylko zgrubienia nieparzyste, umieszczone w środku paska zarodkowego; każdy z tych zawiązków zwojów odwłokowych (g. a^1. — g. a^5.) jest z przodu szerszy, w tyle węższy, tak że postać ogólna jest nieco trójkątną; w późniejszem dopiero stadyum rozwoju występuje budowa parzysta. To cośmy powiedzieli o rozwoju brzusznego łańcucha nerwowego *Ligii*, stosuje się także do stonoga (*Oniscus*).

Przystąpmy teraz do skrawków, przechodzących przez brzuszny łańcuch nerwowy. W stadyum, któremu odpowiada zarodek przedstawiony na Fig. 51, widzimy na wysokości przyszłych zwojów zgrubienie ektodermy, złożone mniej więcej z 5—6 nieregularnych warstw komórek; granicy pomiędzy zewnętrznym listkiem zarodkowym i zgrubieniem nerwowem nie ma dotąd żadnej; w pośród komórek zgrubienia znajdujemy niektóre ze szczególnie wielkimi jądrami, należące do tej kategoryi, którą widzieliśmy już w zwoju wzrokowym i o których wyżej była mowa. Te komórki wielkojądrowe znajdują się głównie w najbardziej zewnętrznych częściach zwojów, bardzo często w warstwie najzewnętrzniejszej, przechodzącej bezpośrednio w ektodermę brzusznej ścianki ciała. Jądra tych komórek są bardziej ziarniste niż pozostałych i silniej się

barwią. Na Fig. 65, przedstawiającej przecięcie poprzeczne przez jeden ze zwojów tułowiowych, widzimy np. po prawej stronie trzy takie wielkie jądra (w'' j'') w obwodowej okolicy zwoju. Od pierwszej chwili wystąpienia zwojów, można w nich zauważyć na przecięciu poprzecznem nieznaczne zagłębienie w środku od strony wewnętrznej, tak iż możemy wskutek tego odróżnić połowę prawą i lewą; stosuje się to jednak tylko do zwojów tułowiowych, jak to już wyżej mieliśmy sposobność zaznaczyć. Na wysokości przyszłych spoideł podłużnych parzystość zawiązku łańcucha brzusznego jest jeszcze wyraźniejsza. Jak pokazuje Fig. 66, widzimy tu dwa zgrubienia, oddzielone od siebie od strony wewnętrznej bardzo głębokiem wycieciem, tak iż spoidła podłużne tworzą w ten sposób dwa grube sznurki, przylegające do siebie, lecz już od pierwszej chwili wyraźnie wyróżnione. Przecięcie poprzeczne przez zaczątkowy łańcuch nerwowy w okolicy odwłokowej nie przedstawia nic osobliwego, wyjąwszy to, iż tutaj, jak powiedzieliśmy, nie widać początkowej parzystości zwojów.

W późniejszem stadyum rozwoju występuje w łańcuchu brzusznym, na całej jego długości substancya włóknista (Punktsubstanz). Zjawia się ona pierwotnie nie w środku zwojów lub przyszłych spoideł podłużnych, lecz na stronie wewnętrznej łańcucha brzusznego, t. j. zwróconej do jamy ciała, przyczem na powierzchni wewnętrznej substancya ta ograniczona jest tylko przez jednę warstwę komórek mocno przypłaszczonych, o jądrach owalno-wydłużonych (Fig. 67). Takąż ściankę, utworzoną z warstwy silnie przypłaszczonych komórek, znajdujemy także na zewnętrznej stronie substancyi włóknistej, t. j. graniczącej z warstwą komórkową, tak iż tym sposobem substancya włóknista przedstawia się w postaci walca, otoczonego ze wszystkich stron przez cienką bardzo powłokę, złożoną z warstwy silnie przypłaszczonych komórek. Na wysokości zwojów (Fig. 68) substancya włóknista zajmuje na przekroju poprzecznym część środkową i wewnętrzną łańcucha brzusznego a pomimo iż prawa i lewa jej połowa bezpośrednio się z sobą łączą, można w niej już od samego początku wyraźnie odróżnić budowę parzystą, albowiem na linii środkowej masa substancyi jest węższa, tworząc tym sposobem na przecięciu poprzecznem postać, podobną do hantli. Bardziej ku przodowi i ku tyłowi zwoju, substancya włóknista składa się coraz wyraźniej z dwóch gniazd bocznych, zupełnie oddzielonych od siebie przez substancyę komórkową (Fig. 67). Nakoniec na wysokości Fig. 69, 70) spoideł podłużnych substancya włóknista zajmuje wewnętrzną część każdego z nich, przedstawiając się na przecięciu poprzecznem w postaci piramidalnej jakby czapeczki, umieszczonej na substancyi komórkowej.

Powstawanie substancyi włóknistej, o ile udało mi się zbadać ten zawiły punkt w rozwoju układu nerwowego, jest następujące: Wewnątrz substancyi komórkowej łańcucha nerwowego pojawiają się w okolicy, odpowiadającej przyszłej substancyi włóknistej, jamy, początkowo nieregularne, wskutek lokalnego rozstępowania się komórek nerwowych. Jamy te zlewają się w większe, wspólne, przyczem na wysokości zwojów, jamy prawej i lewej strony są odrazu z sobą połączone, w innych zaś okolicach łańcucha nerwowego są one zrazu odosobnione. Równocześnie z pojawieniem się tych jam, występuje w nich nieregularnie ułożona substancya drobno ziarnista, tworząca miejscami siateczkę bardzo delikatną. Substancya ta jest prawdopodobnie tylko wysiękiem komórek otaczających. Komórki najwewnętrzniejsze, t. j. stanowiące bezpośrednie ograniczenie jam, spłaszczają się i tworzą wyżej wspomnianą osłonę substancyi włóknistej, ale zanim się ta osłona pojawia, liczne, pojedyńcze komórki nerwowe odrywają się od reszty, przenikają do wnętrza substancyi ziarnistej, tu stają się blade, słabiej się barwią niż pozostałe komórki nerwowe, a plazma ich wydłuża się w dłuższe lub krótsze wyrostki włókniste, których może być jeden lub kilka. Na Fig. 70 widzimy bardzo wyraźnie z prawej strony jednę z takich komórek, której plazma jest wydłużona w trzy silne, włókniste wyrostki, u nasady grubsze, ku obwodowi coraz cieńsze i gubiące się wreszcie w siateczce substancyi ziarnistej. Komórki te stanowią niewątpliwie materyał, z którego formują się elementy komórkowo-włókniste t. z. „Puktsubstanz“, która, jak wiemy obecnie na podstawie znakomitych poszukiwań Retziusa, ma budowę o wiele więcej złożoną, niż dotąd przypuszczano. Zasługuje na uwagę, iż na przekrojach podłużnych ta substancya włóknista układu nerwowego występuje w każdym zwoju od samego początku w postaci dwu gniazd, odgraniczonych wzajemnie przez substancyę komórkową; wszelako występuje to tylko w samym środku zwoju (p. Fig. 71), na skrawkach zaś podłużnych, przechodzących przez łańcuch nerwowy nieco z boku, a mianowicie w kierunku każdego ze spoideł podłużnych, widzimy znów jednociągłe pasmo substancyi włóknistej; w środku zwoju oba gniazda substancyi (p. s., p', s'.) włóknistej oddzielone są wzajemnie na przekrojach podłużnych (t. j. grzbieto-brzusznych) przez grubszą pierwotnie ściankę komórkową, t. j. złożoną z kilku rzędów komórek, później jednak przez jednę tylko warstwę komórek, jak to właśnie widzimy na Fig. 71.

Fakt, iż substancya włóknista tworzy w każdym zwoju dwa gniazda, zasługuje na szczególną uwagę, wskazuje bowiem, iż każdy zwój może być tworem, złożonym z dwóch jakby neuromerów. W stadyum znacznie późniejszem, a mianowicie u młodego, tylko co z jamy lęgowej

uwolnionego osobnika, zauważyłem w środku części komórkowej każdego zwoju od strony spodniej, t. j. graniczącej z ektodermą, lekką, lecz wyraźną brózdę poprzeczną, dzielącą zwój na oddział przedni i tylny, odpowiednio do wyżej wzmiankowanych dwóch gniazd substancyi włóknistej wewnątrz każdego zwoju. Te dwa wcześnie wyróżniające się gniazda substancyi włóknistej każdego zwoju odpowiadają zapewne dwóm spoidłom poprzecznym, łączącym prawą i lewą połowę każdego zwoju w układzie nerwowym wielu stawonogów; u równonogów oba zaczątkowo jakby parzyste spoidła poprzeczne zlewają się z sobą w stadyach późniejszych tak, iż parzystość ich zaciera się w mniejszym lub większym stopniu.

Co się tyczy powstawania nerwów obwodowych, wiadomości moje są pod tym względem bardzo skąpe. To tylko podać mogę jako fakt, nieulegający najmniejszej wątpliwości, iż nerwy są wyrostkami zwojów, a mianowicie bezpośredniemi przedłużeniami tak substancyi komórkowej, jakoteż włóknistej. W młodych stadyach rozwoju można odróżnić w nerwie oś, utworzoną z substancyi włóknistej oraz część korową, która jest bezpośredniem przedłużeniem substancyi komórkowej zwoju, a mianowicie t e j w a r s t w y k o m ó r e k, k t ó r a b e z p o ś r e d n i o p r z y l e g a d o s u b s t a n c y i w ł ó k n i s t e j i ogranicza ją w postaci wyżej wspomnianych elementów spłaszczonych. W stadyach późniejszych ten związek korowej warstwy nerwu z komórkami zwoju staje się niewidoczny, nerw sam przedstawia się tylko jako gruby pęczek włókien. Taki wyrostek substancyi włóknistej zwoju, stanowiący jeden z przyszłych nerwów (n.) i opatrzony na powierzchni komórkami spłaszczonemi, widzimy na przecięciu poprzecznem, po prawej stronie na Fig. 67.

Pozostaje nam jeszcze rozpatrzeć udział t. z. sznurka środkowego, (Medianstrang) w rozwoju systemu nerwowego, t. j. tworu, po raz pierwszy opisanego w rozwoju łańcucha nerwowago u owadów przez H a t s c h e k a [36]), a następnie dostrzeżonego przez R e i c h e n b a c h a [25]) u raka rzecznego, a przeze mnie [15]) u Mysis Chameleo i u stonoga [15]) oraz przez wielu innych badaczy u różnych innych przedstawicieli tchawkodysznych oraz skrzelodysznych stawonogów.

Sznurek środkowy występuje w rozwoju systemu nerwowego większości stawonogów bardzo wcześnie, a mianowicie mniej więcej równocześnie z pojawieniem się zgrubień zwojów oraz zawiązków spoideł podłużnych; u równonogów natomiast pojawia się on stosunkowo znacznie później, a mianowicie dopiero wtedy, gdy zawiązki zwojów oraz spoideł podłużnych są już uformowane. Oto przyczyna, dla której dotychczas żaden z badaczy nie zauważył tego tworu w embryonalnym łańcuchu nerwowym równonogów. I ja także, w pracy z r. 1886 nad rozwojem stonoga, przeoczyłem obecność sznurka środkowego podobnie jak poprzed-

nik mój, Prof. Bobrecki[6]); później atoli[15]) w r. 1887 zaznaczyłem obecność tego tworu u *Oniscus* (*L'embryol. de Mysis Chameleo,* str. 183).

Oprócz tego, sznurek środkowy nie zjawia się u równonogów na całej długości łańcucha brzusznego, lecz głównie tylko na granicy zwojów, w miejscach zaś, odpowiadających zwojom, jest on albo bardzo słabo rozwinięty, albo też wcale zauważyć się nie daje. Na niektórych preparatach w środku pomiędzy prawą i lewą połową zwoju widziałem na przecięciu poprzecznem niewielkie tylko, bardzo płytkie zagłębienie na ektodermie, która po oddzieleniu się od niej systemu nerwowego złożona jest z warstwy przypłaszczonych nieco komórek. Niekiedy w zagłębieniu tem widać było na przecięciach poprzecznych dwie komórki, głębiej niż inne sięgające do wnętrza, jak np. na Fig. 68 (s. s.), i wdzierające się wierzchołkami w masę komórkową zwoju; tu więc sznurek środkowy osięga już znaczniejszy nieco stopień rozwoju. Wszelako o ile mi się zdaje, t. j. o ile sądzić mogę z porównania licznych preparatów, jakie posiadam, stopień rozwoju sznurka środkowego w okolicach zwojowych ulega dosyć wielkim wahaniom, gdy bowiem na jednych preparatach z zarodków tego samego mniej więcej wieku wgłębienia na wysokości zwojów były wyraźniejsze, na innych były one mniej wyraźne, lecz w ogólności zawsze słabo rozwinięte i niejako szczątkowe.

Co się zaś tyczy sznurka środkowego w okolicach międzyzwojowych, to w pewnem stadyum występuje bardzo wyraźnie, co osobliwie dobrze daje się obserwować na przecięciach podłużnych (grzbieto-brzusznych). Tak, na przekroju podłużnym, przechodzącym w kierunku spoideł podłużnych, pomiędzy prawem a lewem z nich, znajdujemy na granicy każdych dwóch zwojów sąsiednich silnie dosyć rozwinięte wpuklenie zewnętrznego listka zarodkowego, przenikające głęboko w masę układu nerwowego i sięgające aż do jego substancyi włóknistej. Wpuklenie to jest u nasady szerokie, ku wierzchołkowi zaś, t. j. ku wnętrzu, zwęża się; u nasady oba listki fałdzistego wpuklenia są zupełnie odosobnione (Fig. 71 s. s.), tak że fałd przedstawia się u nasady jako szeroka kieszeń, w części zaś wierzchołkowej, t. j. wewnętrznej, oba listki fałdu szczelnie bardzo przylegają do siebie, tworząc na przecięciu słupek komórkowy, jednolity i pełny, t. j. bez żadnej w środku szczeliny. Na samym wierzchołku oddziela się od każdego słupka kilka większych komórek, których jądra dosyć znacznie powiększają się i dosięgają rozmiarów jąder w komórkach zwojowych, gdy natomiast jądra komórek samego fałdu są o połowę prawie mniejsze od jąder komórek zwojowych. Komórki, w mowie będące, po oddzieleniu się ich od wierzchołka słupka komórkowego każdego fałdu, spoczywają pomiędzy spoidłami podłużnemi, w odstępach regularnych na granicy każdych dwóch sąsiednich zwo-

jów. Jądra tych komórek barwią się często słabiej niż jądra komórek zwojowych oraz słabiej niż jądra komórek, stanowiących sam fałd sznurka środkowego. Na skrawkach podłużnych, grzbieto-brzusznych, pochodzących ze środkowej linii ciała, t. j. z okolicy pomiędzy spoidłami podłużnemi, znajdujemy, że wyżej wspomniane grupy komórek są oddzielone od sznurka środkowego, i ułożone swobodnie pomiędzy każdymi dwoma sąsiedniini zwojami. Już na przecięciach podłużnych można zauważyć miejscami, że tak powiem, tendencyę do tego, iż część owych komórek w każdej grupie przylega bliżej do przedniego brzegu zwoju następującego, część zaś do tylnego brzegu zwoju poprzedzającego. Taki układ komórek, oddzielających się od wierzchołków fałdów międzyzwojowych, daje się zauważyć najlepiej na skrawkach poziomych, przechodzących przez łańcuch brzuszny. Grupy w mowie będących komórek międzyzwojowych dają początek w stadyach nieco późniejszych pęczkom włókien, przebiegających od zwoju do zwoju w środku pomiędzy spoidłami podłużnemi równolegle do nich, słowem tworzą pączki włókien, składające t. z. nerw środkowy czyli współczulny (Mediannerv, Sympathicus), przebiegający pomiędzy spoidłami podłużnemi od zwoju do zwoju.

Na Fig. 72 widzimy wspomniane grupy komórek (k. s. s.) oddzielone od sznurka środkowego, oraz pęczek włókien, będący ich wytworem (n. s.). Podstawowe części fałdów międzyzwojowych po oddzieleniu się od nich grup wzmiankowanych komórek, skracają się stopniowo i wreszcie w zupełności zanikają, t. j. wyrównywają się.

Formowanie się sznurka środkowego, tak jak je wyżej opisaliśmy, obserwować można na całej długości łańcucha nerwowego. Z chwilą jednak, gdy zaczyna się większe skupienie zwojów w okolicy odwłokowej, nie można tam więcej odróżnić skupień komórek międzyzwojowych, oddzielonych od wierzchołków fałdów sznurka środkowego; albowiem wskutek znacznego skupienia wszystkie zwoje brzuszne wraz z częściami, odpowiadającemi spoidłom podłużnym, przedstawiają zbitą, jednolitą masę, w której tylko po wcięciach obwodowych odróżnić można liczbę zwojów pojedynczych, przez wcięcia te odgraniczonych. Zauważyć tu jeszcze muszę, że na niektórych preparatach trzy lub cztery przedostatnie zwoje odwłokowe dosyć wyraźnie rozpadały się w kierunku poprzecznym na trzy części: środkową, węższą i dwie boczne, szersze (Fig. 72). Zjawisko to nie ma jednak żadnego związku z występowaniem sznurka środkowego w tej okolicy i nie jest przez niego spowodowane. Być może zresztą, że to rozpadanie się końcowych zwojów łańcucha nerwowego na trzy grupy komórek jest zjawiskiem sztucznem, wywołanem przez skurcz tkanki pod wpływem odczynników.

d). Fałdy zewnętrznego listka zarodkowego w okolicy głowy i przełyku.

Nader charakterystycznymi tworami, do pewnego stopnia znajdującymi się w związku z systemem nerwowym, są dwie pary czasowo istniejących fałdów ektodermy, w okolicy głowowej i przełykowej zarodka.

Jedna z tych dwóch par fałdów zaczyna się w tyle po za odcinkiem ocznym. A mianowicie, tworzy się tu przez wpuklenie ektodermy grzbietowej strony zarodka fałd bardzo ścieśniony, w kierunku poprzecznym i nieco skośnym wrastający do wnętrza ciała. Z początku szczelina pomiędzy listkami fałdu, komunikująca ze światem zewnętrznym, jest nieco szersza, później jednak oba listki fałdu ściślej do siebie przylegają i szczelina znacznie się zwęża, a wreszcie oba listki zrastają się w nasadzie przez co komunikacya wązkiej bardzo szczeliny, przez nie ograniczonej, ze światem zewnętrznym zupełnie się przerywa. Fałd każdej strony utworzony jest przez jednę warstwę komórek sześciennych, bardzo regularnie ułożonych. Każdy fałd wrasta do wnętrza ciała w trzech kierunkach: na dół, ku tyłowi i do wnętrza, t. j. ku linii środkowej ciała. Wewnętrzne, dolne brzegi obu ślepo zamkniętych fałdów workowatych rosną ku sobie, wreszcie stykają się z sobą, lecz nigdy nie zrastają się zupełnie, tak iż zawsze są parzyste. Wewnątrz każdego z tych fałdów, t. j. w szczelinie, ograniczonej przez oba listki, zjawia się cienka błonka (*cuticula*), wydzielona przez wewnętrzne powierzchnie listków i nadająca fałdom pewną oporność. W miarę jak fałdy wrastają do wnętrza, nasada ich, która jest bezpośredniem przedłużeniem ektodermy, znacznie grubieje, przybiera w przecięciu postać piramidalną, przyczem część obwodowa nasady jest grubsza, wewnętrzna zaś, w listki fałdu się przedłużająca, coraz cieńsza (Fig. 73 d. g.). Komórki nasady przybierają postać bardzo wydłużoną, prawie włóknistą, a jądra ich również się wydłużają, zwężają, przybierają postać prawie pręcikowatą. Oba fałdy wrastają pomiędzy zwój wzrokowy i właściwe mózgowe każdej strony od tyłu oraz w dalszym ciągu pomiędzy spodnią ściankę jelita przedniego (proctodaeum) i górną powierzchnię zwoju podprzełykowego (p. Fig. 73).

Druga para fałdów ektodermalnych powstaje równocześnie z wyżej wspomnianą, lecz w innem miejscu, a mianowicie z boków zarodka, tuż z zewnątrz nasady: w części rożków drugiej pary, głównie zaś żuwaczek i dwóch par szczęk. Każdy z tych fałdów powstaje również

jako workowate wpuklenie zewnętrznego listka zarodkowego, przyczem obie warstwy wpuklenia przylegają do siebie bardzo blizko, tak iż istnieje między niemi wązka tylko szczelina, przez bardzo długi czas komunikująca ze światem zewnętrznym. Fałdy te rosną w dwóch kierunkach: ku wnętrzu, t. j. ku linii środkowej ciała, oraz ku górze, t. j. ku stronie grzbietowej. Wkrótce jednak wewnętrzne ich części przybierają położenie poziome, a nawet pochylają się nieco ku dołowi i w ten sposób rosną ku sobie, aż do zetknięcia się z dolnymi, wewnętrznymi brzegami poprzednio opisanej pary fałdów w części przedniej oraz aż do zetknięcia się brzegów wewnętrznych prawego fałdu i lewego w ich części środkowej i tylnej. W środkowej i tylnej części każdy z tych fałdów jest na przecięciu poprzecznem dosyć silnie kolankowato zgięty i składa się z oddziału obwodowego, przebiegającego od dołu do góry i nieco ku wnętrzu, t. j. ku linii środkowej ciała, oraz z oddziału ośrodkowego, zagiętego prawie pod kątem prostym do pierwszego i biegnącego na dół oraz ku linii środkowej ciała, gdzie, jak powiedzieliśmy, wolne brzegi fałdów: prawego i lewego, stykają się lecz nie zrastają z sobą (Fig. 74, d.). Wewnętrzne, stykające się z sobą brzegi obu fałdów są wałeczkowato zgrubiałe; listki składające fałd, są w tem miejscu więcej niż gdzieindziej oddalone, w skutek czego światło, ograniczone przez nie, jest większe; prócz tego komórki, tworzące ściankę fałdów, są w tem miejscu wyższe niż gdzieindziej, a jądra ich są bardziej wydłużone. I w tych także fałdach, podobnie jak w górnej parze, wewnętrzne powierzchnie obu listków wydzielają cienką błonkę (*cuticula*), nadającą fałdom większą oporność i twardość. W zarodkach coraz starszych obie te pary fałdów stają się coraz cieńsze; komórki, składające ich ściankę, niegdyś walcowate lub sześcienne, stają się płaskie, błonka (*cuticula*) natomiast, wydzielona na wewnętrznej ich powierzchni, grubieje; wreszcie u młodych, gotowych już do opuszczenia jamy lęgowej, warstwa komórkowa jest bardzo cienką, a ścianki fałdów przedstawiają się głównie w postaci delikatnych, chitynowych przeponek, połączonych ze skórą i służących jako szkielet wewnętrzny dla przyczepienia pewnych specyalnych grup mięśniowych.

Powiedzieliśmy, że do tych fałdów, tworzących pewien rodzaj szkieletu wewnętrznego, przytwierdzają się mięśnie. Otóż pochodzenie tych mięśni wiąże się znów do pewnego stopnia z układem nerwowym i dlatego musimy na nie zwrócić uwagę w tem miejscu. W przedniej części brzusznego łańcucha nerwowego z boków pod prawym i lewym fałdem dolnym znajdujemy dość wcześnie dwa pełne skupienia komórek, przylegające z boków do bocznych i górnych części łańcucha brzusznego, na wysokości drugiej pary rożków, żuwaczek i dwóch par szczęk. Ko-

mórki tych skupień podobne są do komórek nerwowych tych zwojów, do których bezpośrednio przylegają. Na większej części preparatów granice komórek w tych skupieniach są niewidoczne, podobnie jak i w substancyi komórkowej zwojów; jądra zaś ich, tak co do wielkości, jakoteż postaci oraz budowy są prawie identyczne z jądrami komórek nerwowych, z tą jednakże różnicą, że ich ziarenka chromatynowe mocniej się zwykle barwią niż w komórkach nerwowych; z drugiej jednak strony ogólny pokrój jąder w komórkach tych skupień nie różni się niczem od ich pokroju w komórkach mezodermy, umieszczonych w różnych okolicach ciała i stanowiących materyał twórczy dla przyszłych mięśni. Substancya włóknista (*Punktsubstanz*) występuje pierwotnie w zwojach, o których mowa, podobnie jak i w pozostałych, od strony powierzchni wewnętrznej, ponieważ zaś wspomniane skupienia komórek przylegają właśnie do zwojów od strony wewnętrznej, zwróconej ku jamie ciała, przeto z chwilą pojawienia się substancyi włóknistej, z wielu preparatów otrzymuje się błędne, — jak zobaczymy — wrażenie, jakoby komórki skupień były tylko częścią komórkowej warstwy zwoju, ograniczającej substancyę włóknistą, z boków i od wnętrza. Preparaty takie zdają się przemawiać za tem, że te skupienia są tylko wyróżnionemi obwodowemi częściami samych zwojów; przez długi czas wyprowadzałem też rzeczywiście tak niezwykły wniosek. Wszelako rozpatrzywszy znaczną bardzo ilość odnośnych preparatów, doszedłem do przekonania, że ten związek genetyczny obu w mowie będących części jest czysto pozorny i spowodowany li tylko przez szczelne bardzo p r z y l e g a n i e do siebie obydwóch części, i że te skupienia są tylko nagromadzeniem komórek m e z o d e r m y, które w stadyach wcześniejszych luźno są ułożone z boków, na wewnętrznej powierzchni całego układu nerwowego, a tylko później w pewnej określonej okolicy zarodka znaczne ilości tych komórek zbijają się w dwa pełne skupienia, szczelnie przylegające do układu nerwowego. Skupienia tych komórek zostają całkowicie zużyte na wytworzenie silnych, mniej lub więcej długich mięśni, przytwierdzających się wewnętrznymi swymi końcami do fałdów, które tworzą wkrótce wspomniane przepony błonkowe, obwodowymi zaś końcami przenikających do jamy rożków drugiej pary, żuwaczek i szczęk. Z początku komórki skupień są ułożone nieregularnie, wkrótce jednak wydłużają się i układają się w mniej lub więcej regularne szeregi; jądra dzielące się przez karyokinezę tworzą liczne, regularnie ułożone rzędy wewnątrz tych słupkowato wydłużonych i układających się w szeregi komórek (Fig. 74, m). W plazmie tych wydłużonych, słupkowatych, wielojądrowych komórek zjawia się wkrótce substancya włóknista (z początku

występuje tu tylko włóknistość podłużna) i w ten sposób słupki przeobrażają się w młode, pierwotne pęczki mięśniowe.

Mięśnie, tworzące się poniżej dolnej pary fałdów (Fig. 74, m), nietylko przylegają szczelnie do powierzchni układu nerwowego tej okolicy ciała, ale także oddzielne, pierwotne ich pęczki lub ich grupy wrastają tu i ówdzie w tkankę systemu nerwowego w kierunku pionowym lub skośnym (Fig. 73, m). Na preparatach, przedstawiających przecięcia podłużne, grzbietowo-brzuszne, obserwować można dobrze w przedniej okolicy ciała, na przestrzeni fałdów przepony dolnej, owe pęczki mięśniowe, wrastające w masę systemu nerwowego i nawet tu i ówdzie nawskroś ją przebijające. Największy taki pęczek mięśni wrasta w kierunku pionowym i nieco skośnym (rośnie dolnym końcem ku tyłowi) na linii środkowej ciała, pomiędzy zwój żuwaczkowy oraz zwój pierwszej pary szczęk, a w części nawskroś po przez zwój pierwszej pary szczęk, przebijając go. Pęczek ten wrasta w postaci klina w substancyę włóknistą i komórkową zwoju, a dolnym swym wierzchołkiem, zaostrzonym i cienkim sięga aż do ektodermy brzusznej strony ciała. Drugi mniejszy i słabiej rozwinięty pęczek mięśni, wrasta na linii środkowej pomiędzy zwój szczękowy pierwszej i drugiej pary i sięga aż do nasady szczęk drugiej pary. Na przecięciach poprzecznych wrastające te kliny, utworzone z elementów mezodermy i wgłębiające się w masę substancyi zwojów, są bardzo charakterystyczne. Na młodszych stadyach, zanim jeszcze pojawia się w tych pęczkach kurczliwa substancya włóknista, komórki ich mają postać mocno wydłużoną, wrzecionowatą i zawierają jądra owalnie wydłużone. Teto kliny zwróciły na siebie uwagę moją przed kilku laty, kiedy w odpowiedniem stadyum obserwowałem na przecięciach poprzecznych zarodki stonoga. Ponieważ mieszczą się one na grzbietowej stronie zwojów, gdzie szeroką podstawą przytwierdzają się do dolnej ścianki przepony fałdzistej, porównałem je wówczas do sznurków mezodermalnych, zjawiających się na grzbietowej stronie wzdłuż łańcucha nerwowego owadów, po raz pierwszy przeze mnie wykrytych i nazwanych struną [37]); Heider i Korschelt [24]) wspominają w podręczniku swoim o tym sznurku u owadów, uważając go za produkt mezenchymatyczny. Na Fig. 73 wyobrażony jest w środku zwoju jeden z takich klinów mezodermalnych (m).

Na niektórych preparatach sznurek środkowy układu nerwowego w zwoju żuwaczkowym i szczękowym był osobliwie silnie rozwinięty i wtedy górny jego wierzchołek, zwrócony ku wnętrzu ciała, stykał się z dolnym końcem klinowatego pęczka mięśniowego, tak że na przekrojach poprzecznych w okolicy żuwaczek i szczęk zwoje były w tem stadyum nawskroś prawie podzielone na dwie połowy: od strony wewnętrz-

nej przez wydłużone klinowato wrzecionowate pęczki mięśniowe, przytwierdzone do przepony fałdzistej, od strony zaś zewnętrznej przez również klinowato wdzierający się od spodu sznurek środkowy układu nerwowego, bezpośrednio połączony z ektodermą.

Pozostaje nam jeszcze zbadać wrastanie elementów tkankołącznych w tkankę systemu nerwowego.

W pewnych stadyach dają się obserwować w różnych miejscach w tkance komórkowej zwojów, a poczęści i w ich substancyi włóknistej, drobne elementy komórkowe z jądrami o połowę prawie mniejszemi od jąder komórek nerwowych i barwiące się znacznie mocniej. Elementy te są niewątpliwie wędrującemi komórkami mezodermy, które przeniknęły z zewnątrz w masę tkanki nerwowej. Jądra tych komórek kuliste lub nieregularnie kuliste, zawierają bardzo gęsto skupione ziarenka chromatynowe (*e ms.* na Fig. 68, 69). Miejscami grupy takich komórek przylegają do powierzchni zwojów tak od strony zewnętrznej, jakoteż wewnętrznej i kosztem ich tworzy się tu niewątpliwie błona, otaczająca system nerwowy u form dorosłych (t. z. neurilema). W niektórych miejscach te elementy tkankołączne tworzą jakby przegródki pomiędzy zwojami, np. między zwojem wzrokowym i praeantennularnym (Fig. 62, *e. ms.*) w postaci ścianek, złożonych z warstwy przypłaszczonych komórek. Komórki te stanowią wogóle materyał tkanki łącznej, jaką znajdujemy w zwojach form dorosłych.

Oprócz tego w niektórych komórkach tkankołącznych występuje obficie w pewnych stadyach rozwoju ciemny, brunatno-czarny barwik. Układem swym i postacią barwikowe komórki te przypominają bardzo grupy elementów barwikowych, opisanych przeze mnie [15]) w łańcuchu nerwowym zarodków u Mysis Chameleo, jakkolwiek nie występują tu one w tak regularnych odstępach, jak tam. Komórki te są też zapewne homologiczne z grupami barwikowych elementów, zauważonych przez Kingsleya [28]) w zwoju, odpowiadającym szóstej parze odnóży w zarodku rodzaju Crangon.

Szczególnie obficie występują grupy tych komórek w przednich i tylnych częściach zwojów, t. j. w miejscach, gdzie zwój przechodzi już w spoidła podłużne (Fig. 69, k. b). W środku zwojów występują one w mniejszej ilości i zwykle tylko pojedyńczo, rozpościerając się na powierzchni substancyi włóknistej; w przedniej zaś i tylnej części zwoju występują one natomiast całemi grupami, skupieniami, po kilka, do ośmiu lub więcej, na przekroju poprzecznym, przyczem niektóre z tych komórek wysyłają długie wyrostki, przenikające bądź pomiędzy prawą i lewą połową zwoju, lub pomiędzy prawe i lewe spoidło podłużne,

bądź też do wnętrza zwoju pomiędzy substancyę komórkową i włóknistą; niektóre z tych wyrostków są tak długie, że nawskróś prawie przerastają w kierunku ukośnym całą połowę zwoju. Komórki te oraz ich wyrostki odznaczają się wielką obfitością czarnego lub ciemno-brunatnego barwika, drobnoziarnistego, nagromadzonego zwykle w tak wielkiej ilości, że jądro ich jest słabo widoczne, lub nawet wcale niewidoczne. W stadyum późniejszem barwik pojawia się we wszystkich prawie komórkach mezodermy, które cienką warstwą pokrywają zewnętrzną powierzchnię systemu nerwowego; skupienia zaś barwikowe w przednich i tylnych częściach zwojów zanikają.

Jak widzieliśmy, mózg *Ligii* powstaje, według spostrzeżeń naszych, z czterech par bardzo wyraźnie wyróżnionych zaczątków: zwojów wzrokowych, praeantennularnych, antennularnych i antennalnych. Pod tym względem rezultaty, przez nas zdobyte, są najzupełniej zgodne z poglądem, coraz więcej zyskującym zwolenników, że mózg czyli zwoje nadprzełykowe są sumą czterech par zawiązków. Tak, Ray Lankester[44]) w pracy swej nad systemem nerwowym u przekopnicy rozpatruje z ogólniejszego stanowiska morfologię mózgu skorupiaków i dochodzi do wniosku, że ich mózg składa się z oddziału przedniego, który wraz ze zwojem wzrokowym — tworzy t. z. *Archicerebrum*, t. j. mózg pierwotny, a z tym ostatnim zrastają się wtórnie zwoje: antennularne i antennalne, dla utworzenia całości mózgu, czyli „*Syncerebrum*".

Badacz amerykański, A. S. Packard[45]), w pracy swej nad budową mózgu u skorupiaków siadłookich *(Edriophtalma)* dochodzi do poglądu, potwierdzającego teoryę R. Lankestera, a mianowicie odróżnia w mózgu równonogów *(Asellus)* cztery morfologicznie samodzielne części: 1° zwoje wzrokowe, 2° procerebrum, 3° zwoje antennularne, 4° zwoje antennalne.

Reichenbach[25]) opisuje również cztery pary zawiązków, wchodzących w skład mózgu raka rzecznego.

Zjawia się atoli ważne bardzo pytanie, czy mianowicie wszystkie cztery pary składników mózgu skorupiaków mają charakter rzeczywistych, samodzielnych zwojów, innemi słowy, czy mózg jest wytworem zwojów, należących do czterech segmentów ciała? Pod tym względem zdania różnych autorów nie są zgodne. Nie stanowi tu naturalnie żadnej kwestyi pytanie, co do samodzielności zwojów antennularnych i antennalnych, i co do tego, czy dwie te pary zwojów należą do dwóch samodzielnych segmentów ciała. Kwestyonować można tylko: 1° samo-

dzielność segmentu ocznego, z którego powstaje zwój wzrokowy, oraz 2⁰ samodzielność zwoju, który nazwaliśmy praeantennularnym.

Co się tyczy pierwszego z tych dwu spornych punktów, to gdy jedni, jak Reichenbach, Huxley, Spence-Bate i inni, uważają, zgodnie z dawnym poglądem Milne-Edwardsa, słupki oczne za odnóża samodzielnego segmentu ocznego, to inni, jak Claus, opierając się na rozwoju słupków ocznych, odmawiają im słusznie znaczenia odnóży. Jednakże bez względu na to, jak zapatrywać się będziemy na morfologiczne znaczenie słupków ocznych, musimy, zdaniem mojem, stanowczo uważać ten oddział paska zarodkowego, z którego tworzą się oczy, za samodzielny segment, a to na tej podstawie, iż powstaje tu zupełnie samodzielnie para zwojów nerwowych (zwojów wzrokowych), które mogą być przeciwstawione zwojom antennularnym, antennalnym i t. d. Samodzielność zaś zwoju wzrokowego wynika jak najoczywiściej z badań Reichenbacha nad rakiem rzecznym, moich nad *Mysis*, oraz nad równonogami i t. d. Wobec tego nie możemy się stanowczo zgodzić na zdanie Clausa, który, na podstawie rozwoju oka u larw w rodzajach Branchipus i Lucifer, uważa, że zwój wzrokowy jest tworem wtórnie tylko oddzielonym od mózgu.

Co się zaś tyczy kwestyi, o ile zwój praeantennularny jest samodzielnym, to na podstawie badań Reichenbacha nad rozwojem raka rzecznego, oraz wyżej podanych spostrzeżeń naszych nad rozwojem tego zwoju u *Ligia*, z jak największą stanowczością oświadczyć się musimy przeciw samodzielności tego zwoju.

Widzieliśmy mianowicie, że u *Ligia* w pewnem stadyum rozwoju istnieją tylko zwoje wzrokowe, antennularne i antennalne (nie wspominając o innych następujących poza niemi). Później dopiero zwój antennularny rozpada się na część większą tylną i bardziej zewnętrzną, oraz na część mniejszą, przednią i bardziej wewnętrzną, która stanowi właśnie nasz zwój praeantennularny. Ten ostatni zatem nie jest równorzędny z innymi zwojami mózgowymi, lecz jest tylko wtórnym produktem zwojów odpowiadających pierwszej parze rożków (*antennulae*). Zupełnie podobną obserwacyę zrobił Reichenbach co do rozwoju mózgu u raka rzecznego. I tutaj także zwój, odpowiadający pierwszej parze rożków, rozpada się, wskutek przewężenia się poprzecznego, na zwój przedni i tylny, z których pierwszy odpowiada praeantennularnemu zwojowi u *Ligia*, oraz prawdopodobnie tak zwanemu *procerebrum* Packarda. Takiego samego zdania jest Claus[59]), który uważa zwój antennularny wraz z *procerebrum* pierwotnie za jednolitą całość.

Odmiennego poglądu jest Kingsley[28]), który w rodzaju Crangon opisuje dla *procerebrum* pochodzenie zupełnie samodzielne i nieza-

leżne od zwoju antennularnego. Kingsley opiera swój pogląd i na tym jakoby fakcie, że jedynie segment, do którego należy *procerebrum* ma położenie przedgębowe, segment zaś, do którego należą rożki pierwszej pary, ma jakoby położenie pozagębowe. Wszelako tę obserwacyę Kingsleya przyjąć należy *cum grano salis*, wszystkie bowiem inne nowsze prace z dziedziny embryologii skorupiaków dowodzą, że rożki pierwszej pary mają położenie przedgębowe: Reichenbach wykazał to u raka rzecznego, ja u *Mysis*, u *Oniscus*, u *Ligia*, Buczyński u *Parapodopsis* i t. d., a dodać tu jeszcze mogę, że, przedwcześnie niestety wydarty nauce, prof. Graber doniósł mi listownie na kilka tygodni przed śmiercią, iż posiada wielką ilość wypreparowanych pas ków zarodkowych *Maja squinado*, na których najwyraźniej *antennulae* mają położenie przedgębowe. Na zasadzie powyższego rozpatrywania, nie możemy się na żaden sposób zgodzić z poglądem Heidera i Korschelta (Lehrbuch d. vergl. Entwickl. str. 367), jakoby pierwotnie przedgębowy oddział głowy stanowił tylko ten segment, do którego należy *procerebrum* wraz z zwojami wzrokowymi, i jakoby segment i antennularny i antennalny były pierwotnie pozagębowymi.

Takie zapatrywanie się na tę kwestyę Heidera i Korschelta doprowadza tych autorów konsekwentnie do drugiego, zdaniem mojem, zupełnie niewłaściwego i nieuzasadnionego poglądu, jakoby rożki owadów i wijów odpowiadały pierwszej parze rożków u skorupiaków. Nam się zdaje, że rożki owadów, jako ich pierwsza para odnoży pozagębowych, mogą być zestawione tylko z rożkami drugiej pary u skorupiaków, które stanowią także pierwszą parę kończyn (odnóży) pozagębowych.

e) Rozwój oka.

Oko rozwija się u *Ligii* w podobny sposób, jak u niektórych innych skorupiaków. Nie tworzy się tu wpuklenie ektodermy w płacie ocznym, jak to Reichenbach[25]) opisał u raka rzecznego, a inni badacze u niektórych innych skorupiaków, lecz wprost tylko zgrubienie, podobnie jak się to dzieje również u *Mysis Chameleo* według moich obserwacyi, u *Parapodopsis* według Buczyńskiego [26]) i t. d.

Zanim jednak przystąpimy do rozpatrzenia rozwoju oka, musimy powiedzieć kilka słów o jego budowie u równonogów, opierając się głównie na spostrzeżeniach Grenachera[38]).

I tak oko równonogów jest utworzone z niewielkiej ilości fasetek, np. u *Porcellio scaber* tylko z około 20 lub dwudziestu i kilku. Pojedyncze

fasetki pozostają w takiej odległości od siebie, że mogą być zupełnie zaokrąglone i nie mają wskutek wzajemnego ucisku postaci wielokątnych, jak to najczęściej bywa w oczach złożonych. „Stożki krystaliczne“, ciała łamiące światło, są tu kulistawe, od przodu ku tyłowi nieco przypłaszczone i składają się z dwóch wyraźnie odróżnić się dających półkuli, których płaszczyzny zetknięcia się są prostopadłe do płaszczyzn fasetek rogówkowych. Każdy stożek jest otoczony miękką powłoką, t. j. dwiema macierzystemi komórkami stożka o postaci półkulistej, bogatemi w barwik, jednakże wewnętrzne części komórek nie posiadają barwika, i temi to właśnie częściami obie komórki stykają się z powierzchnią kulistego, łamiącego silnie światło „stożka“, będącego, jak to zaraz zobaczymy, wytworem tych komórek. Stożki (nazywamy tak te twory, jako homologiczne z stożkami krystalicznymi oczu złożonych innych stawonogów, jakkolwiek nie mają one, jak powiedzieliśmy, postaci stożkowatej), tak w stanie świeżym, jako też stwardnione w alkoholu, są zupełnie przeźroczyste i silnie łamią światło. Z przodu pod rogówkami oddzielnych fasetek dają się zauważyć po dwa jądra Sempera. Stożek krystaliczny wraz z dwiema jego macierzystemi komórkami, otaczającemi go w postaci powłoki, spoczywa jakby w urnie *retinula*, utworzonej z masy bardzo obfitującej w ciemny barwik. W przedniej części tej masy, wskutek rozstąpienia się jej elementów, istnieje jakby jama, mieszcząca „stożek krystaliczny“ wraz z jego powłoką; w tyle poza stożkiem masa ta jest pełna i zawiera w środku krótki, gruby pręcik: rabdom. Ilość komórek składających tę retinulę wynosi 7, a przekroje pokazują, że rabdom odpowiednio do tej liczby komórek przedstawia się w przecięciu poprzecznem jako gwiazda siedmio-promienista, której promienie spotykają się z sobą w środku. Komórki retinuli posiadają jądra bardzo wielkie, owalne; ku tyłowi komórki retinuli zwężają się i przechodzą we włókna, którym również towarzyszy barwik. Pomiędzy oddzielnymi elementami oka, t. j. oddzielnymi ommatidiami, utworzonymi ze stożka i retinuli z rabdomem, znajduje się dość silnie rozwinięty barwik, który nie pozwala nam w oku dorosłego skorupiaka dobrze rozróżnić komórek, tę część składających. Prócz tego możemy jeszcze dodać, że w oku odróżniamy wogóle 3 warstwy barwika: barwik w komórkach retinuli (Fig. 75, r. z.); wązką smugę komórek barwikowych u podstawy komórki retinuli (p. s.), oraz wreszcie skupienia barwikowych komórek (p. d.) pomiędzy ową smugą pośrednią i komórkami nerwowemi zwoju, przyczem pod każdem ommatidium zauważyć tu można u młodych osobników *Ligii*, tylko co z jaja wylęgniętych, oddzielne skupienie barwika. Na Fig. 75 przedstawione są dwa sąsiednie ommatidia z oka młodej *Ligii*, tylko co wylęgniętej z jaja; pod rogówkami

(c.) widzimy tu nieco wydłużone i spłaszczone jądra Sempera (n. S.), a poniżej dwa jądra, należące do macierzystych komórek stożka krystalicznego (n. c. c.); dalej spostrzegamy stożki krystaliczne, które, jak widzimy, są tu odmiennej nieco postaci niż w oczach innych równonogów, np. u *Porcellio*, gdzie są mniej więcej kuliste; tutaj są one kulisto-owalne, przyczem u spodu nieco bardziej zwężone, słowem zbliżają się nieco do postaci jajowatej; dokoła nich widzimy obfitujące w czarny barwik komórki retinuli (r. z.), a pomiędzy ommatidiami również sieć barwika (p. i. o.); dalej znajdujemy środkowe piętro barwika (p. s.), w postaci wązkiej smugi, w którą przenikają dolne, włókniste, podstawowe części komórek retinuli; wreszcie jeszcze niżej skupienia dolnego piętra barwika (p. d.), poniżej którego mieszczą się już komórki zwoju (g. o.). U młodych wylęgniętych z jaja istnieje już tak wiele barwika w cku, że bardzo trudno odróżnić oddzielne komórki w warstwach barwikowych.

Przystępując teraz do rozwoju oka, przypomnijmy sobie przedewszystkiem, że płaty oczne występują na pasku zarodkowym *Ligii* nadzwyczajnie wcześnie, a mianowicie w chwili, gdy odbywa się formowanie mezodermy. Płaty te tworzą z boków, w przedniej części paska zarodkowego, dwa owalno-okrągłe, tarczowate zgrubienia ektodermy, utworzone przez warstwę walcowatych komórek; na wewnątrz tych zgrubień powstają parzyste zgrubienia środkowe, ułożone po prawej i lewej stronie środkowej linii ciała i dające początek zwojom wzrokowym *(ganglia optica)*, cośmy już mieli sposobność rozpatrzeć (p. Fig. 4).

Zgrubienia wzrokowe znajdują się zatem z początku na zewnątrz miejsc, w których oddzielają się od ektodermy zwoje wzrokowe; w miarę jak te ostatnie oddzielają się od skóry, rozrastają się one bardzo energicznie ku obwodowi, wskutek czego ich części zewnętrzne podrastają aż pod same zgrubienia oczne, sięgając z początku tylko pod ich części położone bliżej linii środkowej ciała, a następnie i pod części obwodowe. W miarę jak to się odbywa, zgrubienia oczne stają się coraz grubsze, albowiem wskutek rozmnażania się ich komórek, tworzących początkowo jednę tylko warstwę, układają się one w dwie, trzy, cztery warstwy, które z początku nie są regularnie ułożone i nie tworzą ani wyraźnego uwarstwienia, ani też nie są ugrupowane w rzędy prostopadłe do powierzchni zgrubienia. Na Fig. 57 i 58 widzimy z góry zgrubienia oczne i zwoje wzrokowe, na fig. 59 i 60 przedstawione są w przecięciu poprzecznem zgrubienia oczne (zg. o.), utworzone już z dwóch, trzech warstw komórek, przyczem, jak widzimy, zwoje nerwowe przylegają tylko do części ośrodkowych tych zgrubień, podczas gdy obwodowe ich części nie graniczą jeszcze wcale ze zwojami. Przecięcia te pokazują,

co zresztą widać także dobrze i z góry (p. Fig. 2), że zgrubienia oczne są w środku najgrubsze, ku obwodowi stają się stopniowo coraz cieńsze, przechodząc bezpośrednio w warstwę ektodermy. Na Fig. 73 i 74 przedstawione są jeszcze późniejsze stadya rozwoju oka. Tutaj, jak widzimy, zgrubienia oczne zajmują znacznie większą przestrzeń, utworzone są z trzech lub z czterech warstw komórek, lecz już regularniej ułożonych, tak iż jądra ich, okrągło-owalnej postaci, układają się w pewne mniej lub więcej regularne szeregi poziome i pionowe; zwoje nerwowe (Fig. 73) przylegają już tu do zgrubień ocznych na całej prawie wewnętrznej ich powierzchni. W samych zwojach, jak to widzimy na Fig. 73 i 74, pojawiają się wielkie jądra, należące do olbrzymich komórek systemu nerwowego, które są tu ułożone grupami najczęściej w górnej i spodniej stronie zwoju wzrokowego. W bardzo wczesnem stosunkowo stadyum rozwoju, jak to widzimy np. także na Fig. 73 i 74, pomiędzy wewnętrzną powierzchnię zgrubienia ocznego a zwój wzrokowy przenikają pojedyncze komórki mezodermy, które układają się tam z początku w jednę luźną warstwę (m. o).

Wkrótce w tyle poza przyszłym okiem, t. j. wzdłuż tylnego brzegu zgrubienia ocznego, powstaje dosyć głęboki fałd ektodermy, półkolisty, tworzy się słowem brózda, za pomocą której oko oddziela się wyraźnie od reszty głowy. Brózda ta, otwarta od strony grzbietu, ograniczona jest od przodu zgrubieniem ocznem, od tyłu zaś ektodermą, w którą zgrubienie oczne bezpośrednio ku tyłowi przechodzi, jak to widzimy właśnie na Fig. 76, przedstawiającej część przednią grzbietową przekroju podłużnego, grzbietno-brzusznego przez głowę zarodka *Ligii*, z boku przez zwój wzrokowy i zgrubienie oczne; brózda, o której wyżej była mowa, oznaczona jest gwiazdką. Otóż zasługuje na uwagę, że dalsze wyróżnianie się składowych części przyszłego oka w zgrubieniu ocznem odbywać się zaczyna od strony wewnętrznej powierzchni tej części zgrubienia, która właśnie ogranicza wyżej wzmiankowaną brózdę grzbietową; tutaj pojawiają się pierwsze stożki krystaliczne i tu też rozwija się przedewszystkiem barwik. Fakt ten jest ciekawy z tego względu, że przypomina nieco stosunki, jakie opisaliśmy u Mysis Chameleo, a które tam występują w sposób znacznie wyraźniejszy. A mianowicie, jak to widać na Fig. 77, 78 i 80 pracy mojej o rozwoju Mysis [15]), zgrubienie oczne tworzy u tego skorupiaka rodzaj fałdu, a raczej tarcza zgrubienia jakby się zgina i składa we dwoje, zwracając się wypukłością na przód, wklęsłością ku tyłowi i na tylnej powierzchni tej z połów tarczy, która zwrócona jest ku grzbietowi, ku żółtku (nagromadzonemu w postaci garbu w najbardziej przedniej części głowy) zaczynają się wyróżniać przede-

wszystkiem elementy oka, wydziela się barwik, pojawiają się stożki krystaliczne i t. d. Rozpatrując nieco bliżej wyżej wspomnianą Fig. 76, spostrzegamy tu jeszcze następujące szczegóły, dotyczące powstawania oka. Przedewszystkiem w całem zgrubieniu ocznem (zg. o.), które dosięga największej grubości w części tylnej, wgłębionej, a stopniowo coraz cieńsze jest w okolicy bliższej przodu, spostrzegamy już w tem stadyum bardzo wyraźne dażenie do regularnego ułożenia się komórek; miejscami daje się widzieć wyraźnie, jak komórki, a raczej ich jądra (granice pojedynczych komórek są na preparacie niewidoczne) tworzą prostopadłe rzędy, mniej lub więcej regularnie ułożone; większość jadra przybiera postać lekko owalną, przyczem długie ich osi układają się właśnie w kierunku prostopadłych rzędów, jakie komórki te tworzą. Pomiędzy zgrubieniem skórnem a zwojem nerwowym widzieć się daje wyraźna przerwa, szczelina, w której tu i ówdzie mieszczą się pojedyncze, zupełnie luźno ułożone elementy mezodermalne; niektóre z nich zawierają barwik ciemny; na stronie przeciwległej pomiędzy ektodermą przedniej ścianki głowy i zwojem spostrzegamy również takie elementy barwikowe. Na Fig. 76 widzimy takie elementy (m. o, m'. o'.) w postaci wrzecionowato-wydłużonych komórek, przylegających do ektodermy; te mezodermalne komórki barwikowe, dające później w oku spodnią warstwę komórek barwikowych (p. d. na Fig. 75), są niewątpliwie homologiczne z temi komórkami, które otaczają częściowo układ nerwowy w innych okolicach ciała, a które widzimy na Fig. 67, 68, 70 i t. d. (k. b.) Co się tyczy samego zwoju, to widzimy, że w części, zwróconej do zgrubienia ocznego, komórki ułożone są luźno, ale w pewnej głębokości i tu widać układ regularny, tworzą bowiem dwa do trzech bardzo regularnie ułożonych i równoległych do siebie rzędów (r.); poza niemi znajdujemy warstwę komórek o wielkich jądrach (w. j.), które spotykaliśmy już w innych zwojach nerwowych. Jądra te odznaczają się tem, iż ich średnica przewyższa dwukrotnie, lub nawet bardziej, średnicę innych komórek nerwowych, i że zawierają w tem stadyum bardzo nieznaczną ilość substancyi chromatynowej, u wielu z nich widać różne stadya karyokinetycznego dzielenia się; są to niewątpliwie przyszłe wielkie komórki zwojowe. Takie ułożenie owych wielkich komórek znajdujemy na przecięciu przez okolicę bardziej obwodową zwoju; na skrawkach podłużnych, bliższych linii środkowej, wielkie komórki zwojowe nie tworzą takiej określonej warstwy, lecz są bardziej nieregularnie rozrzucone pośród zwykłych komórek zwoju.

Co się tyczy wyróżniania się pojedynczych elementów oka, t. j. oddzielnych ommatidiów oraz oddzielających je grup komórek barwikowych, nadzwyczaj są pouczające skrawki poprzeczne i podłużne przez

zaczątek oka w stadyach nieco późniejszych od tego, jakie wyobrażono na Fig. 76. I tak rozpatrzmy przedewszystkiem szereg skrawków poprzeczych, t. j. równoległych do powierzchni oka, a raczej, wyrażając się ściślej, prostopadłych do jednego z promieni kulistawego oka. Na Fig. 77 widzimy część skrawka poprzecznego blizko samej powierzchni. Przedewszystkiem uderza nas nadzwyczajnie regularne ułożenie elementów, którego nie widać w oku dojrzałem, w skutek bardzo silnego rozwoju barwika. Każde przyszłe ommatidium ma postać regularnie sześciokątną, a do każdego boku sześciokąta przylega jedna komórka trójkątna (p. i. o.), mająca w samym środku jądro okrągłe, a zawierająca na obwodzie warstewkę bardzo ziarnistego barwika. Można wzajemny układ tych elementów inaczej jeszcze przedstawić, a mianowicie: sześciokątne elementy ommatidiów oraz odgraniczających je komórek barwikowych tworzą rzędy podłużne, równoległe do siebie, przyczem każdy element sześciokątny jednego rzędu przypada naprzeciw grupy komórek barwikowych odgraniczających w rzędzie sąsiednim, słowem grupy ommatidiów i grupy komórek barwikowych w sąsiednich rzędach ułożone są względem siebie tak, jak czarne i białe pola szachownicy, jakkolwiek postać pojedynczych pól jest tu całkiem odmienna (jedne są sześciokątne, drugie w postaci dwóch równoramiennych, stykających się wierzchołkami trójkątów). Co się tyczy samych ommatidiów, to nadzwyczaj pouczające jest porównanie z sobą skrawków równoległych do powierzchni oka, lecz pochodzących z różnych głębokości. I tak, na skrawku bardzo blizkim powierzchni, a wyobrazonym właśnie na Fig. 77, znajdujemy w każdem sześciokątnem ommatidium 2 wielkie n. S. owalne jądra, ułożone długiemi osiami we wszystkich ommatidiach równolegle do siebie; substancya chromatynowa tych jąder ułożona jest częstokroć w środku w ten sposób, iż na przecięciu otrzymuje się figura jakby gwiazdki o promieniach rozchodzących się nieregularnie z jednego punktu środkowego. Jądra te są to t. z. jądra Sempera, należą one do hypodermy, są zatem jądrami komórek, wydzielających rogówki ommatidiów (por. n. S. na Fig. 75); na tych skrawkach, jeśli nie są bardzo cienkie (taki właśnie skrawek umyślnie wybrałem na rysunek Fig. 77), widzimy przy głębszem cokolwiek nastawieniu rury mikroskopu dwa duże okrągłe jądra, umieszczone pod owalnemi jądrami Sempera i zajmujące dwa przeciwległe kąty każdego sześciokąta, tak iż ułożone są na krzyż z jądrami Sempera. Jądra te (n. c. c.) należą do komórek (w ogóle granice komórek nie dają sie wyraźnie zauważyć pomiędzy elementami ommatidiów) wytwarzających stożki krystaliczne, a spoczywających, jak nam wiadomo, poniżej jąder Sempera. Na Fig. 78. przedstawione są trzy sześciokątne pojedyncze ommatidia wraz z otaczającemi je komórkami

barwikowemi w przecięciu poprzecznem (prostopadłem do jednego z promieni oka) w coraz większej głębokości. W *b* skrawek pochodzi z okolicy bardzo blizkiej poziomu, na jakim przeprowadzone zostało przecięcie wyobrażone na Fig. 77. Znajdujemy tu w przekroju dwa jądra, należące do komórek, wytwarzających stożki krystaliczne (n. c. c.). W *c* wyobrażony jest skrawek z okolicy cokolwiek głębszej niż w *b*; tu już nie znajdujemy jąder w komórkach stożkotwórczych, skrawek przecina komórki poniżej jąder; ale w plazmie komórek znajdujemy tu stożek krystaliczny w przecięciu; jest on złożony z dwu połówek, z których każda ma postać półkola; powierzchnie ich wewnętrzne są płaskie i równe, zewnętrzne zaś wypukłe, na przekroju półkoliste; połówki stykają się z sobą wewnętrznemi swemi, płaskiemi powierzchniami i od samego początku występują jako całość, złożona z dwóch połów. Każda z połów stożka wydziela się więc w części wewnętrznej komórki, przy powierzchniach zetknięcia się wzajemnego obu komórek, tak iż wobec bardzo cienkich i po większej części niedających się zauważyć ścianek wewnętrznych w tych komórkach stożek występuje odrazu jako twór, złożony z dwóch połówek, szczelnie do siebie przylegających. Na skrawku a, pochodzącym z okolicy jeszcze głębszej, t. j. poniżej stożka krystalicznego, spostrzegamy w sześciokątnem ommatidium 7 jąder, których układ nie zawsze jednak wydawał mi się regularny, a nie wiem, czy mam to przypisać temu, iż skrawki w różnych nierównoległych do siebie płaszczyznach przecinały pojedyncze ommatidia, czy też rzeczywiście mniej regularnemu układowi tych elementów. Prawdopodobniejszem wydaje mi się pierwsze przypuszczenie. Na niektórych skrawkach jądra ułożone były tak, jak to przedstawia Fig. 78. a, t. j. jedno leżało w środku, sześć innych naokoło, na innych jądra były tak skupione, że nie mogłem przekonać się dokładnie, czy widzę 6 czy 7 jąder w polu sześciokątnem. Jądra te należą do komórek *retinuli*, które w ten sposób wyróżniają się odrazu w jednym komórkowym słupku pionowym zgrubienia ocznego w części jego spodniej, podczas gdy część górna zużytą zostaje, jak widzieliśmy, na wytworzenie stożka krystalicznego, jąder Sempera i rogówki. Tak się rzecz przedstawia na przecięciach poprzecznych. Na podłużnych, t. j. przechodzących w płaszczyznach promieni kulistawego zaczątku ocznego, widzimy przewszystkiem, i to jest dla nas najważniejsze, że komórki retinuli nie są ułożone w każdem ommatidium w jednej warstwie, lecz tworzą dwie warstwy. Na Fig. 79 skrawek przechodzi w ten sposób, że przecina dwa podłużne (pionowe) rzędy jąder elementów przyszłej retinuli, t. j. przechodzi np. w kierunku linii a—a' na Fig. 78. a.; otóż na skrawku tym widzimy dwa rzędy poziome jąder, z których górny oznaczony jest literami r'. z'., dolny r. z. Jakie jest znaczenie tych dwu warstw jąder

w przyszłej retinuli, skoro w retinuli formy dorosłej znajdujemy w każdym z siedmiu jej wydłużonych elementów po jednem tylko jądrze, nie udało mi się z zupełną pewnością rozstrzygnąć, a to z tego powodu, iż w stadyach późniejszych rozwija się wiele bardzo czarnego barwika w tych elementach, co utrudnia i prawie uniemożliwia badanie; wszelako z bardzo wielkiem prawdopodobieństwem skłonny jestem do przypuszczenia, że górny szereg elementów retinuli (r'. z'.) zużytym zostaje na wytworzenie górnej „urnenförmiger pigmentirter Masse" retinuli, jak ją nazywa Grenacher (Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden str. 108), t. j. tej obwodowej, górnej części retinuli, która bogata jest bardzo w czarny barwik i w kształcie urny otacza w oku dojrzałem od spodu i zewnątrz stożek krystaliczny wraz z stożkotwórczemi komórkami, a o której wyraża się Grenacher „dass sie durch Auseinanderweichen ihrer Elemente einen Hohlraum zur Aufnahme des Krystallkegels bildet". Dolna zaś czyli podstawowa warstwa elementów retinuli (r. z.) daje ośrodkową, zbitą („compact") część retinuli, zawierającą krótki, gruby rabdom, i złożoną jest, jak widzieliśmy, z 7 podłużnych komórek, względem siebie promienisto ułożonych.

Co się zaś tyczy komórek barwikowych, ułożonych na granicy przyszłych ommatidiów, a które na skrawkach poprzecznych widzieliśmy regularnie ułożone ze wszystkich sześciu boków ommatidiów (p. i. o. na Fig. 77 i 78), to skrawki podłużne uczą nas (Fig. 79), że komórki te tworzą tu również nie jednę warstwę, ale kilka. Najczęściej spotykałem je ułożone w 5 warstwach (p. i. o.); na Fig. 79 skrawek przeszedł w ten sposób, że na granicy dwóch sąsiednich ommatidiów przypadają dwa szeregi podłużne tych elementów. W protoplazmie tych komórek znajdujemy już dosyć wiele ciemnego, ziarnistego barwika. Oprócz barwika w komórkach retinuli oraz w środkowych i górnych częściach grup komórek ostatnio wspomnianych, znajdujemy też na opisywanym preparacie w dosyć znacznej ilości nagromadzony barwik piętra środkowego, t. j. w podstawowych częściach tych grup komórek oraz elementów retinuli. Oprócz tego w szczelinie pomiędzy elementami zwoju i zgrubieniem ocznem znajdujemy również luźne tkankołączne komórki barwikowe, które widzieliśmy już w stadyum wcześniejszem (m. o. Fig. 76.).

Rozwój złożonych ócz u skorupiaków był badany przez Bobreckiego[6]), Reichenbacha[25]), Kingsleya[28]), Herricka[42], [43]), Parkera[39]), Buczyńskiego[26]), Clausa[41]), Lebiedyńskiego[40]) oraz przezemnie[15]). Zasadniczą pracę pod tym względem stanowią poszu-

kiwania Reichenbacha nad rozwojem oczu u raka rzecznego. U tego zwierzęcia oko tworzy się przez wpuklenie zewnętrznego listka zarodkowego, przyczem tworzy się następnie pełna masa komórkowa (fałd oczny), wsuwająca się pod zgrubiałe miejsce ektodermy, umieszczonej z przodu wpuklenia. Z tego zgrubiałego miejsca ektodermy, które początkowo jest jednowarstwowe, następnie zaś składa się z kilku warstw komórek, tworzą się, według Reichenbacha, elementy rogówki, oraz komórki stożków krystalicznych; fałd zaś oczny, powstały drogą wpuklenia, rozszczepia się na dwie pełne masy komórkowe, z których tworzy się siatkówka oraz t. z. „ściana wewnętrzna"; ta ostatnia wstępuje w związek ścisły z jednej strony z częścią zewnętrzną, t. j. z siatkówką, z drugiej zaś ze zwojem wzrokowym (*ganglion opticum*). Pomiędzy blaszkę komórek stożków krystalicznych a siatkówkę przenikają wędrujące komórki mezodermy i przeobrażają się w komórki barwikowe.

Kingsley [28]) opisuje u *Crangon vulgaris* również wpuklenie, które przez daleko dłuższy czas zostaje jamistem, niż wpuklenie w oku raka rzecznego. Wpuklony pęcherz oczny wrasta w kierunku skośnym do wnętrza, przyczem zewnętrzna ścianka pęcherza szczelnie przylega do wewnętrznej powierzchni ektodermy. Mamy więc tutaj trzy warstwy komórkowe, z których środkowa i wewnętrzna (produkty wpuklenia) są na całej przestrzeni oddzielone od siebie szczeliną. Szczelina ta spłaszcza się, ale nigdy w zupełności nie zanika. Zewnętrzna warstwa komórek, t. j. ektoderma, daje elementy rogówki, środkowa, t. j. zewnętrzna ściana pęcherza ocznego, daje elementy siatkówki, tworzy zatem ommatidia (warstwę stożków krystalicznych oraz retinulę); wewnętrzna zaś warstwa, t. j. wewnętrzna ściana pęcherza ocznego, daje elementy zwoju wzrokowego. Pomiędzy zewnętrzną i wewnętrzną ścianę pęcherza przenikają komórki mezodermy, tworzące prawdopodobnie masę komórek barwikowych, otaczających włókna nerwowe pomiędzy ommatidiami i zewnętrznemi częściami zwoju.

Według Parkera [39]) u homara oko tworzy się jako zgrubienie ektodermy na przednim końcu zarodka, przyczem część zewnętrzna zgrubienia tworzy siatkówkę, wewnętrzna zaś część tego zgrubienia zwój wzrokowy. Tutaj więc części oka nie tworzą się przez wpuklenie, lecz przez rodzaj rozblaszkowania (delaminacyi), to samo przyjmuje Herrick dla oczów *Alpheus*, Buczyński dla ócz *Parapodopsis*, potwierdzając pod tym względem moje badania nad rozwojem oczów u *Mysis Chameleo*. Powyżej podane obserwacye nasze nad rozwojem oczów u *Ligii* pokazują, że i u równonogów tworzenie się ócz odbywa się drogą rozblaszkowania ze zgrubienia ektodermy. Takież stosunki istnieją według Clausa [41]) w rozwoju oka złożonego u *Branchipus*. Co się

tyczy histologicznego wyróżnienia się oddzielnych elementów siatkówki, badania nasze zgadzają się z poszukiwaniami Herricka nad *Alpheusem*. Według tego badacza ze zgrubienia ektodermy, dającego ommatidia, elementy ich wyróżniają się w sposób następujący: w najbardziej powierzchownej warstwie po dwie komórki tworzą grupy elementów rogówkowych, w warstwie nieco głębszej wyróżniają się grupy (tutaj po cztery komórki) elementów stożków krystalicznych, w najgłębszej zaś warstwie po 7 komórek łączy się w pęczek dla utworzenia elementów retinuli. Regularny układ komórek nie tylko w kierunku poziomym, ale i w pionowym, podobnie jak to widzieliśmy u *Ligia*, opisałem także w oku *Mysis Chameleo*. Heider i Korschelt w swoim podręczniku embryologii nazywają opisane przeze mnie, naprzemian ułożone w oku *Mysis* słupki komórkowe: „Ommatealpfeiler" i „Zwischenpfeiler". Z każdego „Ommatealpfeiler" wyróżniają się w kierunku poziomym oddzielne, jedne pod drugimi położone elementy ommatidiów. U *Mysis*, według spostrzeżeń moich, tworzą się z najgłębszych warstw komórek słupków, oznaczanych jako „Zwischenpfeiler", elementy retinuli, według zaś Clausa z komórek „Zwischenpfeiler" powstają elementy barwikowe, otaczające stożki krystaliczne w oku *Mysis*. Co się tyczy równonogów, to tutaj rzeczywiście jak najwyraźniej można obserwować, że elementy tak zwanych „Zwischenpfeiler", przedstawiające się tu, jak widzieliśmy, w postaci regularnych komórek trójkątnych, dają barwikowe komórki ommatidiów i z tego też względu uważamy za prawdopodobniejsze przypuszczenie Clausa i ze względu na *Mysis*, wbrew własnym naszym dawniejszym poglądom na tę kwestyę.

f) Rozwój serca.

Serce występuje w rozwoju znacznie później niż liczne inne órgany. Pierwsze jego ślady dostrzedz się dają dopiero w takiem stadyum, w którem istnieją już dobrze rozwinięte wszystkie kończyny tułowiowe i odwłokowe, skoro system nerwowy jest już zupełnie oddzielony od skóry, gdy zarodek posiada postać wydłużoną, ale nie ma jeszcze worków wątrobowych, a cała jama ciała jest wypełniona żółtkiem gruboziarnistem, zawierającem tu i ówdzie jądra komórek żółtkowych. W takiemto właśnie stadyum, wzdłuż, na wysokości całego prawie wpuklenia kiszki tylnej (proctodaeum), a z początku tylko w najbardziej tylnej jego części, obserwować się dają po bokach, z prawej i lewej strony, luźne skupienia większych, mezodermalnych, soczystych komórek okrągłych, które według terminu, wprowadzonego po raz pierwszy przeze

mnie w r. 1886 do embryologii stawonogów, a przyjętego przez pp. Heidera i Korschelta w ich podręczniku embryologii porównawczej zwierząt bezkręgowych, oznaczyć można nazwą: *„kardioblastów"*. Na Fig. 79 B. widzimy na przecięciu poprzecznem przez zarodek, na wysokości tylnej części proctodaeum (pr.) dwa skupienia kardioblastów (cr. b.). Znajdują się one w nieznacznej odległości od bocznych ścianek proctodaeum, posiadającego w tem stadyum wielowarstwową ściankę nabłonkową, i cienką warstewkę przypłaszczonych komórek mezodermy z zewnątrz niej (trzewiowa warstwa mezodermy); ilość kardioblastów bywa zmienną, waha się ona na przecięciach poprzecznych w ilości od 3 do 7; komórki te różnią się wybitnie od innych poblizkich komórek mezodermy, tworzących następnie mięśnie grzbietowe. Widać w nich mianowicie wyraźnie kontury protoplazmy, są one dokładnie kuliste, soczyste, a jądra ich barwią się boraksowym karminem mocniej niż jądra innych komórek mezodermy; pod względem siły barwienia jądra ich przypominają jądra komórek żółtkowych (k. ż.), rozprószonych tu i ówdzie w masie żółtka, wypełniającego całą jamę ciała. Zanim rozpatrzymy dalsze losy kardioblastów, zwrócimy tu jeszcze uwagę na pewien proces, niemający wprawdzie żadnego związku z samą sprawą formowania się serca. Przytoczymy go jednak w tem miejscu dlatego jedynie, że odbywa się w grzbietowej okolicy zarodka na całej przestrzeni formowania się serca i że daje się obserwować w skutek tego na wszystkich skrawkach poprzecznych, na których widać również formowanie się serca. Na wysokości proctodaeum, a głównie tylnej jego okolicy (Fig. 79 B., 80), ektoderma grzbietowej ścianki zarodka tworzy dwa fałdy (f. t.) podłużne, dosyć głębokie, ograniczające dwa wązkie, rowkowate zagłębienia otwarte ku górze. Fałdy te występują na skrawkach na tej samej mniej więcej wysokości, na której spoczywają skupienia kardioblastów. Prócz tego ektoderma na całej grzbietowej powierzchni ciała, na wysokości proctodaeum okazuje osobliwą zdolność wydzielania wysięku (*exss.*) drobnoziarnistego i barwiącego się, podobnie jak żółtko; wysięk ten gromadzi się w znacznej ilości pomiędzy błonką (*cuticula*) i ektodermą; wysięki takie powstają i w innych miejscach ciała, jak to mieliśmy sposobność zaznaczyć na początku niniejszej pracy, gdzie była mowa o błoniastych osłonach ciała zarodków, ale nigdzie i w żadnym innym czasie wysięk nie występuje stale w tak wielkiej obfitości, jak w czasie pojawiania się zaczątków serca, w tylnej okolicy ciała; w stadyach późniejszych wysięk ten ulega częściowemu wessaniu, fałdy zaś ektodermy zacieśniają się tak, iż rowek w każdym z nich staje się naprzód bardzo wązką szczeliną, a następnie zupełnie znika, szczątki zaś fałdów nie dają się już później zauważyć.

Powracając do kardioblastów, zaznaczymy, że dalsza zmiana w rozwoju serca polega na tem, iż wzmiankowane grupy komórek przybliżają się do bocznych ścianek proctodaeum, a w miarę, jak w tylnej okolicy ciała zarodka zjawiają się worki wątrobowe, kardioblasty zajmują położenie z każdej strony w kącie pomiędzy boczną ścianką proctodaeum i górną ścianką worka wątrobowego (tak jak to przedstawiono na Fig. 80, *cr. b.)*. W miarę jak grupy kardioblastów przylegają szczelniej do ścianki proctodaeum, elementy ich układają się z każdej strony regularniej, a mianowicie tworzą one jednę, a miejscami dwie warstwy z ułożonych obok siebie komórek, przyczem w części podstawowej, przylegającej najbliżej do ścianki worków wątrobowych, znajdujemy ułożenie komórek mniej regularne i tu tworzą one zwykle w przecięciu poprzecznem bardziej zgrubiały sznurek komórkowy, w części zaś górnej, przylegającej z boków do ścianki proctodaeum, kardioblasty tworzą regularną warstwę; niekiedy jednak nie widać wcale z początku u podstawy zgrubienia, występuje ono dopiero później. Na Fig. 80. znajdujemy z lewej strony blaszkowatą ściankę, utworzoną na przecięciu poprzecznem z czterech kardioblastów, ułożonych w jednę regularną warstwę, z prawej zaś strony z 5 kardioblastów, nieco mniej regularnie ułożonych *(cr. b.)*; przylegają one dosyć szczelnie do trzewiowej warstwy mezodermy, otaczającej nabłonkową ścianę proctodaeum i złożonej z jednej warstwy silnie przypłaszczonych komórek, o nieco wydłużonych jądrach. Następujący, niezmiernie ważny krok w rozwoju polega na tem, że blaszkowaty zaczątek serca z każdej strony wygina się i zwraca wypukłością ku obwodowi, wklęsłą zaś powierzchnią ku linii środkowej ciała, a mianowicie ku bocznym ścianom jelita tylnego (proctodaeum), oraz że ścianka każdego z dwóch zaczątków blaszkowatych wyróżnia się wyraźnie na dwie warstwy: zewnętrzną, której komórki układają się w regularną warstwę, są wysokie i mają większe jądra owalno-wydłużone, i wewnętrzną, utworzoną z początku z nielicznych bardzo komórek, przypłaszczonych i mających jądra kuliste, lub nieregularnie kuliste, i przytem początkowo mniejsze, aniżeli jądra warstwy zewnętrznej. To stadyum w rozwoju blaszki sercotwórczej znajdujemy na Fig. 81, przedstawiającej lewą i górną ćwierć skrawka poprzecznego przez zarodek na wysokości proctodaeum. Na tej Fig. widzimy po stronie lewej proctodaeum łukowato zgięty w przecięciu, lewy zaczątek serca (cr. b.); spodnia część blaszki jest grubsza niż górna, widać w niej dwa rzędy jąder, gdy tymczasem w środkowej i górnej istnieje jedna tylko wastwa jąder; górny koniec zaczątka gubi się bez wyraźnej granicy pomiędzy komórkami *(m)* mezodermy (przyszłemi komórkami mięśniowemi), luźno nagromadzonemi pod grzbietową częścią

ektodermy. Na wewnętrznej, wklęsłej powierzchni zaczątka znajdujemy dwie, nieco przypłaszczone komórki o mniejszych nieco jądrach, nieregularnie-kulistych (*w. cr. b.*). Przestrzeń, zawarta pomiędzy prawym zaczątkiem serca i lewym z jednej strony, a pomiędzy górną ścianką proctodaeum i ektodermą grzbietu z drugiej, wypełniona jest masą drobnoziarnistą, zawierającą po części szczątki żółtka, jakie w stadyum wcześniejszem wypełniało całą jamę ciała (por. Fig. 79 B); w masie tej znajdujemy pewną ilość większych, soczystych komórek o wyraźnych zarysach oraz dużych, okrągłych (b'. z'.), ziarnistych jądrach. Skoro w stadyum następującem prawy i lewy zaczątek serca zbliżają się ku sobie i zlewają w rurkę serca, komórki te pozostają w jamie serca i tworzą tam według wszelkiego prawdopodobieństwa ciałka krwi. Pochodzenie tych komórek nie jest mi wiadome, przypuszczam, że są to albo komórki mezodermy, albo co prawdopodobniejsza, że są to przeobrażone komórki żółtkowe, które w stadyach wcześniejszych znajdowałem niejednokrotnie, a niekiedy w znacznej dosyć ilości w masie żółtka w tylnej okolicy ciała, a między innemi i w żółtku, nagromadzonem pomiędzy górną ścianką proctodaeum i grzbietową częścią ektodermy zarodka (por. Fig. 79). U nasady zgrubienia zaczątka sercowego na zewnętrznej jego stronie pojawiają się spłaszczone, z jego ścianką połączone komórki mezodermalne, przytwierdzone wewnętrznymi końcami do przyszłej ścianki sercowej — są to zaczątki przepony czasowej *(d. s.)*, jaka zjawia się wraz z sercem.

Dalsze stadyum w rozwoju serca polega na tem, że oba zaczątki rosną ku sobie, przyczem górna część ścianki każdego z nich przylega bezpośrednio do grzbietowej ścianki ciała zarodka, a mianowicie do jego ektodermy, albowiem w stadyum tem w tylnej części zarodka niema jeszcze w środkowej części grzbietu elementów mezodermy; dolna zaś część ścianki, zagięta łukowato, przylega bezpośrednio do trzewiowej warstwy mezodermy, otaczającej proctodaeum. W miarę tego, jak oba zaczątki rozrastają się w kierunku ku linii środkowej ciała zarodka, a więc ku sobie, dolna część ścianki każdego z nich przesuwa się po bokach proctodaeum i podnosi się ku górze, tak że wreszcie oba zaczątki, zwrócone ku sobie wklęsłościami, spotykają się ze sobą w środku na grzbietowej stronie zarodka, ponad górną ścianką jelita tylnego (proctodaeum). Komórki przypłaszczone, które widzieliśmy w każdym zaczątku z zewnątrz u jego nasady (d. s. Fig. 81) dają po połączeniu się obu zaczątków w rurkę sercową — dwie przepony poprzeczne: prawą i lewą *(diaphragma)*, które utworzone są z jednej warstwy komórek spłaszczonych i przytwierdzają się bezpośrednio, każda swym brzegiem wewnętrznym do spodniej i zewnętrznej części ścianki serca (do jej

warstwy zewnętrznej), brzegiem zaś zewnętrznym do bocznej okolicy górnej części ścianki ciała, mniej więcej na wysokości górnej ścianki worków wątrobowych; z komórek mezodermy (m), które w stadyach wcześniejszych przylegają do zewnętrznej, wypukłej części ścianki każdego z dwu zaczątków sercowych, tworzą się dwa silne pęczki mięśni, przytwierdzonych z jednej strony do bocznej ścianki rurki sercowej, z drugiej zaś do ścianki ciała, powyżej nasady wspomnianej przepony. Widzieliśmy poprzednio, że ścianka (Fig. 81) każdego zaczątka sercowego składa się z dwóch warstw, zewnętrznej (*cr. b.*) i wewnętrznej (*w. cr. b.*); otóż gdy oba zaczątki zrastają się ze sobą w rurkę sercową, jej ścianka składa się w skutek tego również od najpierwszej chwili pojawienia się z dwu wyraźnie odróżnić się dających warstw; komórki pojedyncze (b'. z'.) zawarte w przestrzeni, ograniczonej przez ściankę grzbietową, proctodaeum, ektodermę i zaczątki serca, zostają wraz z częścią substancyi ziarnistej, będącej pozostałością żółtka, zawarte w jamie rurki sercowej, gdzie tworzą prawdopodobnie, jak powiedzieliśmy, najpierwsze elementy krwi.

Zrastanie się i zamykanie dwóch rynienkowatych zaczątków serca w rurkę dzieje się na całej długości zaczątków proces zrastania zaczyna się od tyłu i postępuje ku przodowi, odbywa się przytem stosunkowo dosyć szybko. Posiadam preparaty, na których zrastanie się obydwu rynienek w rurkę daje się stopniowo wyśledzić, że jednak proces ten jest bardzo zrozumiały i jasny, nie będę przedstawiał na rysunkach stadyów przejściowych, lecz od postaci, wyobrażonej na Fig. 81 przejdę odrazu do stanu, w którym oba zaczątki, po zrośnięciu się wzajemnem, dały już zamknięte serce rurkowate, co właśnie wyobraża nam Fig 82. Otóż na tej figurze widać serce w przecięciu poprzecznem już jako rurkę zamkniętą, spłaszczoną w kierunku grzbieto-brzusznym, owalną i umieszczoną pomiędzy górną ścianką proctodaeum i ektodermą grzbietu. Rurka ta składa się z dwóch warstw: z warstwy zewnętrznej, t. j. przyszłej mięśniowej części ścianki (cr. b.), w której jądra są owalnie wydłużone i ułożone w kierunku okręgu serca; do tej warstwy przylegają bezpośrednio, niekiedy tak szczelnie jakby jednę stanowiły z nią całość, dwa boczne, niewielkie skupienia komórek (m), które są materyałem bocznych pęczków mięśni serca, o których wyżej wspominaliśmy. Poniżej tych skupień, w bezpośrednim związku z warstwą zewnętrzną serca znajduje się z każdej strony warstwa komórek przypłaszczonych, grubszych w środku (gdzie znajduje się jądro), a cieńszych na brzegach (d. s.); stanowią one wyżej wspomniane czasowe przepony serca, oddzielające górną część jamy ciała, w której zawarte jest serce wraz z jego muskulaturą, od dolnej, zawierającej organy trawienia.

Wewnętrzna warstwa (*w. cr. b.*) ścianki sercowej składa się ze znacznie mniejszej ilości komórek, o jądrach okrągłych lub owalno-okrągłych, pęcherzykowatych, przewyższających znacznie swą wielkością jądra w scianie zewnętrznej. W tem stadyum rozwoju nie mogłem na żadnym z preparatów odróżnić granic komórek, czy to w zewnętrznej czy w wewnętrznej ścianie serca. Co do wewnętrznej, to prawdopodobnie wcale tu niema granic, a jądra pogrążone są w jednej wspólnej zlanej masie protoplazmy, której brzeg wewnętrzny na skrawkach poprzecznych jest falisty, a mianowicie w miejscach gdzie zawarte są jądra, jest wzniesiony, a w miejscach pomiędzy sąsiedniemi jądrami wgłębiony. W tem stadyum grubość warstwy wewnętrznej przewyższa znacznie grubość zewnętrznej, gdy tymczasem w stadyach wcześniejszych (p. Fig. 81) stosunek był odwrotny. Ilość jąder w warstwie wewnętrznej jest znacznie mniejszą niż w zewnętrznej, kiedy bowiem w ostatniej można ich naliczyć, na przekrojach poprzecznych rurki sercowej, do trzydziestu kilku, to pierwszych jest zaledwie 5—8 lub nieco więcej. W jamie rurki sercowej znajdujemy skrzepłe strugi cieczy drobnoziarnistej oraz tu i owdzie rozrzucone ciałka krwi.

Na szczególną zasługuje uwagę, iż w stadyum nieco późniejszem niż wyobrażone na Fig. 82, niektóre jądra wewnętrznej warstwy ścianki serca bardzo silnie się powiększają, średnica ich wzrasta w trójnasób, przyczem wypuklają one silnie plazmę i w postaci dużych jakby guzów wdzierają się do wnętrza jamy sercowej (p. Fig. 83). Nie umiem sobie objaśnić znaczenia tego procesu; być bardzo może, ze mamy tu przed sobą odrywanie się elementów komórkowych ścianki sercowej i przenikanie ich do wnętrza, gdzie przeobrażają się w ciałka krwi; do przypuszczenia tego upoważnia nas między innymi fakt, iż te ostatnie spotykają się w największej ilości przy samych ściankach serca, w bezpośredniem zetknięciu z niemi; nie zdołałem jednakże dokładnie wyśledzić tego procesu.

Powiedzieliśmy, że z boku serca tworzą się pęczki mięśni; otóż tak te, które pozostają w związku ze ścianką serca, jakoteż i te, które są niezależne od niej, lecz mieszczą się w bocznych częściach grzbietowej okolicy ciała po prawej i lewej stronie proctodaeum, powyżej przepony sercowej, powstają z tych komórek mezodermy, które w stadyum wcześniejszem w tak wielkiej ilości występują (p. Fig. 81 m).

Co się tyczy tworzenia się tych mięśni, mam do zanotowania kilka następujących faktów. S. Roule [46]) w pracy swojej nad rozwojem włókien mięśniowych, przedstawionej w roku zeszłym Akademii francuskiej, opisuje w następujący sposób tworzenie się mięśni komórek mezenchymatycznych, umieszczonych z boku ciała u zarodka Porcellio: „każda

z tych komórek — mówi ten autor — produkuje pierwotny pęczek mięśniowy. W tym celu element wciąga wyrostki swoje plazmatyczne, przyjmuje postać owalną i rozrasta się, otrzymując nowe zapasy plazmy. Substancya kurczliwa wytwarza się z początku na dwóch końcach komórki, później rozpościera się na całym obwodzie. Pierwotna protoplazma ziarnista zostaje w ten sposób otoczona przez powłokę substancyi kurczliwej i wraz z jądrem, jakie zawiera, mieści się w środku komórki, zachowując odtąd w tem miejscu swe położenie". Taki sposób powstawania włókien mięśniowych przypomina według Roulea sposób rozwoju gładkich włókien mezenchymatycznych, tylko że u stonogów włókna te stają się poprzecznie prążkowane. Roule twierdzi dalej, że dwu formom włókien mięśniowych, a mianowicie nabłonkowym i mezenchymatycznym w pojęciu braci Hertwigów (Coelomtheorie) odpowiadają dwa zasadniczo różne sposoby ich rozwoju. Jeśli włókno mięśniowe, twierdzi Roule, rozwija się z elementu nabłonkowego, w takim razie substancya kurczliwa zjawia się z początku na jednej z powierzchni elementu komórkowego („sur l'une de faces de l'élément") i tu tworzy znaczną masę kurczliwą, podczas gdy pozostała, mniejsza część komórki, zachowuje budowę normalną; przeciwnie, twierdzi tenże autor, w komórkach mezenchymatycznych substancya kurczliwa pojawia się na obwodzie komórki, otaczając ze wszystkich stron część niezmienionej protoplazmy z jądrem. Gładkie włókna mięśniowe obleńców (*Nematodes*) oraz poprzecznie prążkowane włókna mięśniowe kręgowców rozwijają się, twierdzi Roule, według pierwszego typu, gładkie włókna mięśniowe mięczaków, oraz poprzecznie prążkowane stawonogów — według drugiego, przyczem w obu przypadkach albo pozostaje jedno tylko jądro, albo też rozmnaża się ono, i przez to tworzy się wielojądrowe włókno pierwotne.

Uogólnienie, wygłoszone przez Roulea, nie wytrzymuje jednak krytyki wobec sposobu rozwoju włókien mięśniowych po obu stronach serca u zarodków *Ligii*, gdzie ich powstawanie można jak najdokładniej obserwować na skrawkach. Tu komórki mezodermalne wydłużają się, jądro ich ulega podziałowi i w takich wielojądrowych elementach zaczyna się pojawiać substancya kurczliwa nie na końcach wydłużonego elementu, ani też nie odrazu na całym obwodzie, jak to wypada z poszukiwań Roulea, ale właśnie po jednej stronie t. j. na jednej z powierzchni elementu, a więc wprost przeciwnie, aniżeli się to dzieje u *Porcellio* według Roulea. Rozpatrując takie elementy mięśniotwórcze przy mocniejszych powiększeniach mikroskopowych, przekonać się także możemy, że substancya kurczliwa nie zjawia się pierwotnie przy samej powierzchni zewnętrznej, ale w pewnej, mniejszej lub większej od niej odle-

głości. Przeciwległą stronę elementu zajmuje główna masa niezmienionej ziarnistej protoplazmy wraz jądrami. Na Fig. 84 przedstawione są przy mocnem powiększeniu dwa takie elementy mięśniowe; *b* przedstawia przecięcie podłużne elementu mieśniotwórczego; widzimy tu, że jedna, większa połowa tego elementu składa się z niezmienionej warstwy plazmy ziarnistej, w której zawarte są trzy kuliste jądra; większa zaś część drugiej połowy składa się z silniej łamiącej światło substancyi kurczliwej. Substancya ta nie dosięga jednak, jak powiedzieliśmy, aż do powierzchni elementu, lecz odgraniczona jest od niej przez pewną ilość plazmy niezmienionej (x), w plazmie tej widać gdzieniegdzie delikatne włókienka, przechodzące w poprzek od powierzchni aż do substancyi kurczliwej. Na Fig. 84 *a* mamy przecięcie poprzeczne przez inny element mięśniotwórczy i widzimy tutaj że jedna jego część jest niezmieniona plazmą z jądrami, druga substancyą kurczliwą; i na tym preparacie widzimy także wyraźnie wspomniane włókienka w plazmie (x). Bardzo często widywałem na przecięciach poprzecznych przez elementy mięśniotwórcze, że przez środek substancyi kurczliwej ciągnie się jak gdyby oś niezmienionej plazmy, która dopiero w starszych elementach mięśniotwórczych wypełnia się również substancyą kurczliwą; oś taką widzimy właśnie na Fig. 84 *a*.

Fakta powyższe przeczą więc oczywiście twierdzeniu Roulea, jakoby w elementach mięśniowych pochodzenia mezenchymatycznego substancya kurczliwa pojawiać się miała zrazu na całym obwodzie elementu. Wszelako typ, opisany przez Roulea, obserwowałem w tworzeniu się długich mięśni kończyn, gdzie faktycznie we włóknach bardzo wydłużonych substancya kurczliwa zjawia się na całym obwodzie elementu. Wynika z tego, że różnica co do miejsca pierwotnego zjawiania się substancyi kurczliwej w elemencie mięśniotwórczym nie jest bynajmniej tak zasadniczą i ważną, jak sobie wyobraża Roule, i nie jest ona zależna od tego, czy elementy mięśniotwórcze są pochodzenia nabłonkowego czy mezenchymatycznego, albowiem u jednego i tego samego zwierzęcia, u którego wszystkie elementy mięśniotwórcze mają ten sam mezenchymatyczny charakter, jak np. u *Ligii*, w różnych miejscach zarodka powstawać mogą włókna mięśniowe, to według jednego to według drugiego typu. Prócz tego zasługuje jeszcze na uwagę fakt, który obserwowałem tylko w wyżej opisanych krótkich mięśniach grzbietowych z okolicy serca, że substancya kurczliwa od pierwszej chwili pojawienia się swego zdradza, niezupełnie wprawdzie regularną z początku, prążkowatość poprzeczną i włóknistość podłużną. W młodym bardzo elemencie mięśniotwórczym zauważyć możemy na skrawku poprzecznym oddzielne punkta, wskazujące, iż mamy tu już zupełnie do-

brze wyróżnione włókienka (fibrillae), jak to właśnie widzimy na Fig. 84 a. Na skrawku zaś podłużnym z takiego samego, bardzo młodego stadyum rozwoju włókna widać, iż każde włókienko składa się z szeregu drobnych, dosyć regularnie ułożonych ciałek kurczliwych (Fig. 84, b.) W długich mięśniach kończyn nie mogłem tego dostrzedz; tam, podobnie jak i w większości innych znanych przypadków, wyróżniają się w substancyi kurczliwej z początku tylko włókienka podłużne, a dopiero znacznie później zjawiają się w nich pierwsze ślady prążkowatości.

Opisany tu przez nas rozwój serca, zgadza się z poszukiwaniami wielu autorów nad pochodzeniem serca skorupiaków. W pierwszej linii zgadza się on z badaniami Clausa[41]), nad rozwojem *Branchipus*, a mianowicie u zarodków tego liścionoga na wolnych brzegach segmentów mezodermalnych, rosnących ku linii grzbietowej, wyróżnia się z każdej strony szereg soczystych komórek, przyjmujących, podobnie jak u *Ligii*, postać półrynienek, które rosnąc ku sobie, tworzą wreszcie rurkę serca. Zupełnie podobny sposób rozwoju serca opisałem[7]) w swoim czasie u *Oniscus murarius*. Do tego typu można sprowadzić sposób formowania się serca u obunogów według badań Rossijskoj[31]) oraz Percjasławcewoj[47]). Według badań moich[15]) nad rozwojem *Mysis* sposób powstawania serca u tego szczeponoga, jakkolwiek nieco odmienny od typu, charakterystycznego dla równonogów oraz dla *Branchipus*, można jednak z łatwością sprowadzić do typu, opisanego przeze mnie u *Oniscus murarius*. U *Mysis* serce powstaje w skutek lokalnego rozchodzenia się dwóch ścianek, tworzących fałd grzbietowy, będący wytworem ściennego listka mezodermy. U raka rzecznego, według badań Reichenbacha[25]) oraz u *Eripha spiniformis* według Lebiedyńskiego[40]), serce powstaje w zupełnie odmienny sposób, a mianowicie w tylnej części ciała zjawia się pełne skupienie komórek mezodermy, przeobrażające się w poprzeczną płytę komórkową, która przylega bezpośrednio do ektodermy po prawej i lewej stronie. Płyta ta, odpowiadająca sumie dwóch płytek kardioblastycznych w zawiązku serca równonogów, wygina się wklęsłością ku grzbietowi i w ten sposób zamyka się w rurkę serca. Na szczególną zasługuje uwagę fakt, który kilkakrotnie już akcentowano (Bütschli[48]), Szymkiewicz[49]), że we wszystkich wspomnianych przypadkach, jakoteż u zwierząt kręgowych, jama serca jest szczątkiem jamy, zawartej pomiędzy ektodermą i mezodermą albo pomiędzy entodermą i mezodermą, a więc szczątkiem pierwotnej jamy ciała.

g) Organ grzbietowy.

Jeszcze w r. 1882 Rathke[3]) zauważył u zarodków *Ligia Brandti* szczególny wyrostek na grzbiecie, za którego pośrednictwem zarodek jest jakby przytwierdzony do błon jajowych (Rückenwulst). Fritz Müller[4]) w dziele swem „Für Darwin" wspomina również o t. zw. organie grzbietowym równonogów. Dokładniejszy opis jego rozwoju znajdujemy u Bobreckiego[6]) i Bullara[16]), którzy go obserwowali u *Oniscus i Cymothoa.* U *Asellus* i opisywało go kilku embryologów Rathke[19]), Dohrn[20]), v. Beneden[21]). U *Ligia oceanica* organ ten badany był przed kilku laty w pracowni mojej; o czem odpowiednią wzmiankę dałem w pracy o rozwoju *Mysis Chameleo*[15]). Obecnie mogę podać dokładny i całkowity przebieg rozwoju tego utworu u *Ligia.* Widać tu organ grzbietowy, z góry u zarodków, posiadających już wszystkie kończyny gębowe i tułowiowe, na jajku jeszcze niewydłużonem, lecz kulistem. Tuż po za przyszłą głową widać na grzbiecie takich zarodków (Fig. 51 o. g.) utwór siodełkowaty, wypukły od strony grzbietowej, wklęsły od spodu ze skrzydłami, zachodzącemi na oba boki ciała. Zarodki starsze, wydłużone, mają tuż po za głową jakby garb i w temto miejscu widzieć się daje wyraźnie grzbietowy organ siodełkowaty (p. Fig. 52, o. g.).

Na skrawkach przedstawia się rzecz w sposób następujący. Najwcześniejsze ślady organu grzbietowego widać na skrawkach u zarodków, w których entoderma tworzy dwa pełne skupienia w przedniej części ciała; u zarodków takich ektoderma strony grzbietowej tuż po za częścią głowową grubieje na pewnej przestrzeni, t. j. komórki jej, w innych miejscach grzbietowej i bocznych ścianek ciała płaskie, stają się tu walcowate. Widzimy to np. na Fig. 53 o. g.; gdzie można też zauważyć, że zgrubiała ektodermalna część ścianki odstaje nieco od żółtka. W tem stadyum widzimy już oprócz dwóch zewnętrznych błon jajowych (kosmówki oraz błony żółtkowej) wewnętrzną, cienką błonkę cuticalarną (c), przylegającą mniej lub więcej szczelnie do ektodermy. Błonka występuje na zarodku jednocześnie z pojawieniem się pierwszych śladów organu grzbietowego, jest ona atoli wydzieliną nietylko komórek tego organu, lecz całej ektodermy zarodka, zjawia się bowiem jednocześnie na całej jego powierzchni. W samym środku organu grzbietowego niema przerwy pomiędzy wewnętrzną jego powierzchnią a żółtkiem, lecz w tem miejscu tarcza organu grzbietowego szczelnie przylega do żółtka. Występuje to szczególnie wyraźnie w stadyum nieco

późniejszem, w którem boczne części tarczy organu grzbietowego jeszcze silniej od żółtka odstają, tworząc jakby dwa skrzydlate wzniesienia. Widzimy to na Fig. 54, przedstawiającej część skrawka poprzecznego, idącego przez grzbietową okolicę ciała zarodka, nieco starszego niż wyobrażony na Fig. 51. oraz na Fig. 55, przedstawiającej starszy nieco wypreparowany i oddzielony od skóry organ grzbietowy, widziany od spodu. Te boczne, wzniesione części (f. o. g.) tworzą następnie na swych obwodach dwa fałdy kieszonkowate, siodełkowato obejmujące grzbiet, a po części i ścianki boczne zarodka, jak to widzimy na Fig. 35 (f. o. g). W dolnych częściach fałdów siodełkowatych obie ścianki: zewnętrzna i wewnętrzna przylegają do siebie wkrótce bardzo szczelnie, komórki stają się tu ubogie w plazmę i części te ulegają zanikowi; temuż losowi ulegają nieco później i wyżej leżące części boczne fałdów siodełkowatych; pozostałe zaś, bardziej ośrodkowe części tych fałdów wyrównywają się, wygładzają i wraz z częścią grzbietową przechodzą ostatecznie bezpośrednio w ściankę ektodermalną tej okolicy zarodka. Godne jest uwagi, że pomiędzy fałdy organu grzbietowego, przynajmniej w część jego podstawową, przenikają w niewielkiej ilości oddzielne komórki mezodermy, luźno ułożone w szczelinie pomiędzy ściankami fałdów. W nasadzie fałdów organu grzbietowego obserwowałem stale grupy bardzo szczególnych komórek mezodermalnych (*m, s.* na Fig. 35) których znaczenia dotąd nie rozumiem; prawdopodobnie są to komórki płciowe.

V. Niektóre uwagi ogólne i wnioski filogenetyczne.

Na podstawie opisanej tu historyi rozwoju równonogów, możemy z dosyć znacznem prawdopodobieństwem wysnuć pewne wnioski co do stosunków pokrewieństwa równonogów z innemi grupami skorupiaków, t. j. co do ich filogenezy.

Na zasadzie badań Bobreckiego (po części), naszych oraz Roulea znajdujemy, że u równonogów: 1^0 segmentacya jest tarczowa (discoidale Furchung); 2) wpuklenie gastruli jest pełne; 3) entoderma obrasta żółtko z zewnątrz, spoczywając pierwotnie pomiędzy żółtkiem i ektodermą i nie rozpraszając się w żółtku, ani też nie pochłaniając uprzednio całego żółtka (jak to widzimy w t. z. „piramidach żółtkowych“ u raka rzecznego); 4) mezoderma rozwija się z blastodermy i powstaje zrazu jako twór parzysty; 5) część komórek wędruje do żółtka i zanika tu jako t. zw. vitellophagi. Co się tyczy pierwszego z zaznaczonych wyżej punktów, pp. Korschelt i Heider, (którym znane było „Vorläufige Mittheilung“ niniejszej pracy) w świeżo wydanym, dosko-

nałym podręczniku porównawczej embryologii bezkręgowców wypowiadają zdanie następujące (str. 321.): „Wenn wir an der Aufstellung des Typus der discoidalen Furchung für Crustaceen bislang noch festhalten, so geschieht dies nur mit Rücksicht auf die neueren Mittheilungen Nusbaum's, nach dessen Schilderung bei *Ligia oceanica* thatsächlich ein mit dem oben für Mysis geschilderten übereinstimender Furchungstypus — (t. j. typ tarczowy) — vorkommen soll". Autorowie ci przypuszczają, że prawdopodobnie u skorupiaków, w przypadkach t. z. segmentacyi tarczowej, występują na powierzchnię żółtka elementy komórkowe z wnętrza żółtka, przyczyniające się do rozrostu blastodermy; autorowie oznaczają ten typ segmentacyi, jako „Typus III b". Przypuszczają oni, że może we wszystkich przypadkach segmentacyi czysto tarczowej, w której tarcza blastodermy obrasta powierzchnię całego żółtka, to ostatnie zaś z chwilą uformowania się tarczy nie zawiera jakoby żadnych elementów komórkowych, istnieje właściwie „typ III b". Otóż na identyfikowanie tych typów zgodzić się nie mogę, a nowy dowód, za mem zdaniem przemawiający, znajduję w pracy Roule'a [18]) nad formowaniem się blastodermy u *Porcellio,* gdzie również jądro przewężne, spoczywające na powierzchni żółtka, tworzy przez dzielenie się wszystkie jądra blastodermy i gdzie z żółtka nie występują żadne nowe elementy komórkowe (zawierające jądra).

Co się tyczy procesu gastrulacyi, musimy zastanowić się nad nim nieco bliżej. Widzieliśmy, że na tarczy blastodermy pojawiają się na przyszłej brzusznej stronie ciała trzy zgrubienia: jedno nieparzyste entodermalne i dwa parzyste mezodermalne. Naszem zdaniem cała ta trójkątna tarcza blastodermy, zawierająca trzy lokalne zgrubienia (Fig. 1), jest homologiczna z wpukleniem gastruli. Gdybyśmy bowiem wyobrazili sobie, że ta część rzeczywiście się wpukliła w postaci woreczka, natenczas cała tylna i po części spodnia ścianka woreczka (ponieważ zgrubienie tylne przenika w postaci klina prawie aż do przedniego brzegu tarczy trójkątnej) dałaby ektodermę wtórną, przeważnie zaś boczne ścianki wpuklonego worka dałyby mezodermę, a więc otrzymalibyśmy stosunki, właściwe typowym *Enterocoeliom* (np. u Brachiopoda lub Sagitta). Rzeczywiście u tych skorupiaków, u których istnieje woreczkowate wpuklenie gastruli, mezoderma powstaje ze ścianek wpuklonego woreczka, w przedniej jego części, w postaci parzystego zaczątka, jak to widzimy u raka rzecznego według Reichenbacha [25]).

Przy większem skupieniu gastrulacyi, aniżeli to, jakie istnieje u *Ligii*, niema lokalnie oddzielonych zgrubień na tarczy blastodermy, lecz w jednem miejscu powstaje zgrubienie blastodermy ku wnętrzu, two-

rzące tak elementa entodermy jako też i mezodermy; widzimy to u *Oniscus* oraz u *Cuma* według badań Blanca[23]). U *Mysis* gastrulacya, według badań moich[15]) zbliża się najbardziej do typu *Ligii*. Buczyński[26]) obserwował u lasonoga *Parapodopsis* również trzy zgrubienia na tarczy blastodermy, podobnie jak to opisałem u *Mysis*, lecz autor ten twierdzi, że z każdego z trzech zgrubień powstaje tu i entoderma i mezoderma, co jednak wymaga jeszcze sprawdzenia. Tak więc zdaje mi się, że typ gastrulacyi, obserwowany przeze mnie u *Ligii*, może służyć za porównawczy punkt wyjścia gastrulacyi niektórych innych skorupiaków, a pogląd mój w tej mierze, wypowiedziany w „Vorläufige Mittheilung" niniejszej pracy, przyjęty został przez p. Korschelta i Heidera w wyżej wzmiankowanym podręczniku (str. 346). Na str. 339 autorowie ci, opisując powstawanie mezodermy u *Ligii* i *Cymothoa*, wyrażają się w sposób następujący: „Auf jeden Fall liefern uns spätere Stadien von *Ligia* und *Cymothoa* den deutlichsten Beweis, dass wir die Wucherungszonen des Mesoderms als dem hintersten Ende des späteren Keimstreifs entsprechend uns vorstellen müssen, denn im Naupliusstadium von *Ligia* finden wir hinter dem dritten[1]) Extremitätenpaare (Fig. 4 pracy niniejszej) eine vor der Anlage der Afteröffnung sich einschiebende Bildungszone für die daselbst sich neu anlegenden hinteren Körpersegmente. Diese Bildungszone besteht bereits aus zwei Zellschichten (Ectoderm und Mesoderm)". Pogląd ten Korschelta i Heidera najzupełniej dzielimy, jak zresztą z powyższego naszego opisu wynika (p. Fig. 5). Ale już w wyżej wzmiankowanem naszem „Vorläufige Mittheilung", przytoczonem przez powyższych autorów, wygłosiliśmy ten pogląd, powiadamy tam bowiem (str. 48): „Die Segmentbildende Zone liegt nach vorn von dem etwas später klarer hervortretenden Anus, der der Lage nach der Mitte des hinteren unpaaren Theiles der auf der Fig. 1. (t. j. obecnie naszej figurze 1) dargestellten Keimscheibe entspricht". Ustęp ten najwidoczniej autorowie przeoczyli.

Co się tyczy rozwoju przewodu pokarmowego, Korschelt i Heider słusznie odróżniają trzy typy tworzenia się tego organu u skorupiaków, a mianowicie: 1) przez filtracyę żółtka za pośrednictwem nadmiernie rozrastających się komórek entodermy (wielkie, piramidalne

---

[1]) Odpowiedni rysunek paska zarodkowego, podany przez nas w „Biolog Centralblatt", pp. Heider i Korschelt użyli do swego podręcznika (Fig. 246, str. 339, Lehrbuch der vergl. Entwicklungsgeschichte). Rysunek ten odpowiada Fig. 4 niniejszej pracy; otrzymawszy liczniejsze preparaty pasków zarodkowych tego stadyum, przedstawiamy tu cokolwiek odmiennie położenie odbytowego zgrubienia, a mianowicie rysujemy je nieco bardziej ku tyłowi.

komórki entodermy u raka rzecznego); 2) przez rozproszenie się komórek entodermy w żółtku i wystąpienie ich na jego powierzchnię (n. p. u Palaemon według Bobreckiego); 3) przez obrastanie żółtka z powierzchni przez płytki komórek entodermalnych. Ten ostatni typ właściwy jest, jak widzimy, równonogom, a także lasonogom (*Mysidacea*) według dawniejszych badań moich [15]) oraz nowszych [26]) Buczyńskiego, który stwierdził pod tym względem moje poszukiwania. Autor ten nie zgadza się ze mną tylko co do sposobu tworzenia się przedniej ścianki jelita środkowego.

Co do organu grzbietowego, miałem sposobność w pracy mej o rozwoju *Mysis* wypowiedzieć pogląd, iż prawdopodobnie organy grzbietowe skorupiaków są homologiczne z osłonami embryonalnemi owadów (ektopygmą i entopygmą). Inne zdanie co do tej kwestyi wypowiedział Claus [27]), a jakkolwiek pogląd tego zoologa należy uwazać za bardzo trafny, zdaje mi się, że zapatrywanie moje można pogodzić z ideą Clausa. Claus [27]) przypuszcza, że organy grzbietowe, t. zw. „lappenförmige Anhänge", zarodków ośliczki (*Asellus*) są homologiczne z fałdami tarczy („Schalenduplicatur"), występującymi u *Thoracostraków*. Do takiego wniosku doprowadziło go zbadanie tych organów w młodocianych formach *Apseudes*. U tego ostatniego opisał on w okolicy szczękowej skrzydlate fałdy skóry, jako zaczątki małej, odstającej na boki tarczy, pod której skrzydłami ukryte są głaszczki przednich szczęk oraz drgająca płytka epipodialna szczękonogi. Otóż te skrzydlate fałdy boczne Claus porównywa bardzo trafnie z fałdami tarczy czyli pancerza; trójdzielne zaś płaty boczne ośliczki uważa za twory homologiczne z temi częściami, tylko że bardziej zmienione i zmodyfikowane. Stąd prawdopodobny wniosek, że *Arthrostraca* wywodzić należy od formy rodowej, która opatrzona była tarczą. Z drugiej jednak strony organy grzbietowe zarodków innych skorupiaków są prawdopodobnie tworami, homologicznymi z organami grzbietowymi (lappenförmige Anhänge) ośliczki oraz Apseudes, a w pracy mojej [15]) o rozwoju *Mysis Chameleo* starałem się wykazać, że istnieją rzeczywiście przejścia od organów grzbietowych parzystych (jak u ośliczki lub Mysis) do organów grzbietowych nieparzystych (jak u obunogów, widłonogów). Zachodzi więc pytanie, czy te wszystkie rodzaje organów grzbietowych możemy uważać za homologiczne z fałdami pancerzowymi, uogólniając zapatrywanie Clausa, a musielibyśmy dojść do takiego wniosku, gdybyśmy wszystkie wymienione wyżej rodzaje organów grzbietowych uważali za twory wzajemnie homologiczne, jak to przyjmuje w rzeczywistości większość zoologów. Otóż, mojem zdaniem, nie podobna uogólnić poglądu Clausa z tego nader ważnego względu, że gdyby wszędzie organy grzbietowe były

homologiczne z fałdami pancerza to: 1) albo nie powinnyby one występować jako twory samodzielne tam, gdzie fałdy te istnieją, to jest u skorupiaków, opatrzonych pancerzem (innemi słowy, dwie te grupy organów powinnyby się wyłączać wzajemnie); 2) albo też powinnibyśmy obserwować bezpośrednie przejście tych organów zarodkowych w fałdy pancerzowe osobników dorosłych, opatrzonych pancerzem. Widzimy jednak, że te twory nie wyłączają się bynajmniej wzajemnie; *Mysis Chameleo* ma pancerz, a niezależnie od niego ma i parzyste organy grzbietowe, to samo opisuje Buczyński u *Parapodopsis*. Organ grzbietowy istnieje także w postaci bardzo szczątkowej u dziesięcionogów, n. p. u *Crangon* według Kingsley'a [28]), u *Palinurus* według Dohrna [29]), u homara wegług Herricka [30]) i t. d. Z drugiej zaś strony posiadamy spostrzeżenia, dowodzące, że w przypadkach, w których istnieje i organ grzbietowy i pancerz, ten ostatni rozwija się niezależnie od pierwszego. Buczyński [26]) n. p. opisuje, że komórki organu grzbietowego podlegają degeneracyi i zanikają, a niezależnie od nich powstają fałdki pancerza. Wszystkie te fakty doprowadzają mię do następującego wniosku: W organach grzbietowych skorupiaków należy upatrywać zjednoczone, a nie zawsze dające się ściśle odgraniczyć, części homologiczne z dwoma morfologicznie różnymi tworami. Pierwszym jest szczątek części blastodermy, przyjmującej udział w ograniczaniu i zamykaniu grzbietu, a homologicznej z podobnymi organami owadów, stanowiącymi według nowszych badań część osłon zarodkowych (entopygmy lub ektopygmy). Drugim tworem jest szczątek fałdów pancerzowych w tem znaczeniu, jak to przyjmuje Claus. Gdy u jednych skurupiaków rozwija się przeważnie część osiowa organu grzbietowego, która bierze udział w ektodermalnem ograniczaniu ścianki grzbietu ciała, a po części ulega także zanikowi (podobnie jak to widzimy w organie grzbietowym owadów), jak n. p. u obunogów według badań Rossijskoj [31]), to u innych znów część osiowa tego organu słabo lub wcale się nie rozwija, a głównie rozwijają się boczne, obwodowe jego części, tworząc dłuższe lub krótsze fałdy. Te rosną od grzbietu na boki ciała i są bądź szczątkowymi (*Isopoda, Anisopoda*) fałdami pancerza, bądź też przeobrażają się ostatecznie w takie fałdy (*Decapoda*).

Organ grzbietowy wielu równonogów (*Oniscus, Ligia*) składa się z części grzbietowej, bezpośrednio przeobrażającej się w ektodermę grzbietu ciała i z części bocznych, skrzydlatych. Postać, jaką widzimy u *Ligia*, możnaby uważać za punkt wyjścia dla innych form organu grzbietowego; przy zaniku bocznych skrzydeł, czyli fałdów, otrzymamy twór w rodzaju tego, jaki istnieje u obunogów (nieparzyste zgrubienie i zagłębienie na grzbiecie), przy zaniku lub przy

słabym rozwoju zgrubienia grzbietowego, pojawiają się tylko fałdy boczne, jak to widzimy n. p. u *Apseudes* lub u tych dziesięcionogów (*Crangon, Homarus*), u których oprócz fałdów pancerza spotykamy pewne zgrubienie nieparzyste na grzbiecie. U niektórych skorupiaków składniki, zjednoczone w organach grzbietowych innych skorupiaków, są lokalnie oddzielone i jakkolwiek części, odpowiadające osłonom zarodkowym owadów, oraz części, odpowiadające fałdom pancerza, pojawiają się tu w tej samej okolicy ciała, to jednak jedne występują zupełnie niezależnie od drugich, jako lokalne zgrubienia i fałdy ektodermy; widzimy to n. p. u *Mysis* i *Paropodopsis*.

Rozpatrzmy teraz pewne filogenetyczne wnioski, dające się wysnuć na podstawie naszych spostrzeżeń. Z góry zaznaczę, że badania moje obecne nad rozwojem rownonogów oraz dawniejsze nad rozwojem szczeponogów (*Mysis*) doprowadzają mnie do wniosku, iż pomiędzy obydwiema temi grupami istnieje ścisłe pokrewieństwo i że w ogóle podział pancerzowców (*Malacostraca*) na *Arthrostraca* i *Thoracostraca* nie wytrzymuje krytyki, albowiem *Arthrostraca* w ogóle, a grupa równonogów w szczególności zdradza wiele cech morfologicznych, wspólnych szczeponogom (*Schizopoda*), a specyalnie grupie *Mysidacea* oraz pośródkom (*Cumacea*), przyczem pokrewieństwo wzajemne wyżej wzmiankowanych grup jest daleko większe, aniżeli np. szczeponogów z innymi *Thoracostrakami*, do których je zaliczają. Boas[22]) w pracy swej nad stosunkami pokrewieństwa *Malacostraków* dochodzi do takiego samego wniosku głównie na podstawie danych anatomicznych, a wiadomo, że wnioski filogenetyczne stają się pewniejsze, jeżeli embryologia stwierdza to, co przewiduje anatomia porównawcza. Tylko też w takim razie wnioski filogenetyczne, nastręczające w ogólności tak wielkie pole do błędnych niekiedy spekulacyj, stają się dostatecznie prawdopodobne. W danym przypadku zdobyte fakta embryologiczne nie tylko potwierdzają przypuszczenie Boasa, ale dostarczają licznych nowych, a pod wielu względami nawet znacznie ważniejszych dowodów, które tu w krótkości przytoczę.

1) Jajka tak u równonogów, jakoteż u szczeponogów (Mysidacea) zawarte są w szczególnej jamie, ograniczonej przez „blaszki lęgowe“, które rozwijają się z członka podstawowego mniejszej lub większej ilości nóg tułowiowych — czego nie znajdujemy u dziesięcionogów, u Squillidae, ani też u Euphasiacea, różniących się znacznie tak pod tym, jakoteż i pod wielu innymi względami od grupy *Mysidacea* szczeponogów.

2) Przewężanie się jajka jest u równonogów, szczeponogów i pośródków (*Cumacea*; u tych ostatnich według badań Blanca[23])) tarczowate, lub też bardzo zbliżone do tarczowatego, a mianowicie odpowiadające typowi, oznaczonemu przez Korschelta i Heidera[24]) jako typ III b., co wynika z badań Bobreckiego, moich, Buczyńskiego oraz Roule'a (ten ostatni badacz opisuje u *Porcellio* typową segmentacyę tarczowatą, podobnie jak to opisałem u *Ligia*).

3) Gastrulacya jest pełną i nie przedstawia typu wpuklenia woreczkowatego (właściwego dziesięcionogom), ani u równonogów, ani u szczeponogów, ani u pośrodków.

4) Entoderma obrasta żółtko z góry tak u równonogów, jakoteż u szczeponogów; u obu więc grup znajdujemy typ wspólny, swoisty, różniący się wielce od dwóch innych typów tworzenia się kiszki środkowej u *Malacostraków*, a mianowicie typu filtrowania się żółtka przez komórki entodermy *(Astacus)* oraz rozpraszania się komórek entodermalnych w masie żółtkowej i wtórnego wypełzania ich na jej powierzchnię (*Palaemon*).

5) U wielu równonogów (Boas u *Asellus*, ja — u *Ligia*) istnieje stadyum naupliusowe w jajku, podobnie jak u pośródków oraz u szczeponogów; stadyum, w którem zarodek ma trzy pary kończyń, przedstawiających przyszłe antennulae, antennae i mandibulae.

6) U zarodków równonogów i szczeponogów (*Mysis*) zjawia się błona naupliusowa (*cuticula*).

7) U zarodków równonogów i szczeponogów zjawia się parzysty organ grzbietowy (Bobrecki, van Beneden, Dohrn i t. d.).

8) Zarodki równonogów posiadają nogi tułowiowe dwudzielne (*Ligia* i *Oniscus*, według spostrzeżeń moich), t. j. złożone z protopoditu, ektopoditu i entopoditu, przyczem ektopodit później znika; kończyny te są więc zbudowane podług typu kończyn szczeponogów.

9) Zarodki niektórych równonogów (*Ligia)* posiadają, nie jak formy dorosłe, sześć tylko segmentów odwłokowych lecz siedem (siódma szczątkowa noga odwłokowa, siódmy szczątkowy zwój nerwowy według badań moich), czyli tyleż, ile mają ich szczeponogi (*Mysidacea*).

Na podstawie wszystkich powyższych faktów stanowczo możemy twierdzić, że pomiędzy równonogami i grupą *Mysidacea* szczeponogów istnieje blizkie pokrewieństwo, przyczem ostatnie mają charakter grupy bardziej pierwotnej, pierwsze zaś bardziej zmienionej (zanik eksopoditu, mniejsza ilość segmentów odwłoka i t. d.). Trudno jednak powiedzieć, czy równonogi wywodzą się bezpośrednio od *Mysidacea*, czy też wraz z niemi pochodzą od wspólnych przodków. To ostatnie przypu-

szczenie jest prawdopodobniejsze. Korschelt i Heider, opierając się między innemi na wykrytym przeze mnie fakcie obecności nóg dwudzielnych w tułowiu zarodków równonogów (*Ligia*, *Oniscus*) przypuszczają też słusznie, że równonogi, jako też wszystkie inne *Arthrostraki*, pochodzą prawdopodobnie od przodków, podobnych do szczeponogów.

Literatura.

1) Lang A., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. 2 Abtheilung.

2) Boas J. E. v. Lehrbuch der Zoologie, 1890.

3) Rathke M. Zur Morphologie. Reisebemerkungen aus Taurien, Riga u. Leipzig 1837.

4) Fritz Müller. Für Darwin. Leipzig, 1864.

5) Rathke H. Abhandlungen zur Bildungs-und-Entwicklungsgeschichte des Menschen u. Thiere. II. Theil. Leipzig, 1833.

6) Bobrecki N. Zur Embryologie des Oniscus murarius. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 24 Bd. 1874.

7) Nusbaum J. L'embryologie d'Oniscus murarius. Zool. Anzeiger. 1886.

8) Roule L. Sur le développment du blastoderme chez les Crustacés Isopodes. Comptes Rendus. T. CX, Nr. 26, 1890.

9) Roule L. Sur l'évolution initiale des feuillets blastodermiques chez les Crustacés Isopodes. Comptes Rendus. T. CIX. 1889.

10) Reinhard W. Zur Ontogenie des Porcellio scaber. Zoologischer Anzeiger. 10. Jahrgang. 1887.

11) Bergh R. S. Ueber die Metamorphose von *Nephelis*. Zeitschr. f. wiss. Zoolog. 41. B. 1885. Idem. Die Metamorphose von *Aulostoma gulo*. Arb. Zool. Inst. Würzburg. 7. B. 1885. Idem. Ueber die Deutung d. allg. Anlagen am Ei der Clepsine u. d. Kieferegel. Zool. Anzeiger 1886.

12) Wilson E. B. The germ bands of *Lumbricus*. Journal of Morphology. Vol. I. 1887.

13) Patten W. On the Origin of Vertebrates from Arachnids. The Quart Journal of Microscop. Science Vol. XXXI. 1890.

14) Huet L. Journal de l'anatomie et de la physiologie, publié par Ch. Robin et G. Pouchet. Paris, 1883.

15) Nusbaum J. L'Embryologie de Mysis Chameleo, Thompson. Archives de Zoologie éxperim. et générale. Vol. V, 2. Serie 1887.

16) Bullar J. F. On the development of parasit. Isopoda. Philosoph. Transactions. II. 1878.

17) Nusbaum J. Beiträge zur Embryologie der Isopoden. Biolog. Centralblatt. 11 Band. 1891.

18) Roule L. Sur le développement des feuillets blastodermiques chez les Crustacés Isopodes (Porcellio scaber). Comptes Rendus. J. CXII, Nr. 25, 1891.

19) Rathke H. Recherches sur la formation et le développement de l'Aselle d'eau douce. Ann. Ec. Natur. 2 Vol. 1834.

20) Dohrn A. Die embryonale Entwicklung des Asellus aquaticus. Zeitschrift für wiss. Zoologie B. 17. 1867.

21) Van Beneden Ed. Recherches sur l'embryogénie des Crustacés. I. Asellus aquaticus. Bull. Acad. Roy. Belgique. Vol. 28. 1869.

22) Boas J. E. v. Studien über die Verwandschaftsbeziehungen der Malakostraken. Morpholog. Jahrbuch. B. 8.

23) Blanc H. Développement de l'oeuf et formation des feuillets primitifs chez la Cuma Rathkii. Kröy. Recueil Zool. Suisse. V. 2. 1885.

24) Korschelt E. u. Heider K. Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Wirbellosen Thiere. Jena. 1891.

25) Reichenbach H. Studien zur Entwicklungsgeschichte des Flusskrebses. Abhandl. d. Senkenberg. Nat. Gesellschaft. Frankfurt. B. 14. 1886.

26) Buczyński P. Nabliudenija nad razwitiem Parapodopsis cornuta. Czern. Zapiski Nowoross. Obszczestwa Jestestwoispytatielej. Odessa 1890.

27) Claus C. Ueber die morphologische Bedeutung der lappenförmigen Anhänge am Embryo der Wasserassel. Anzeiger Akad. Wiss. Wien. 1887.

28) Kingsley. J. S. The development of Crangon vulgaris. Bull. Essex. Instit. Vol. 18. 1887. i Vol. 21. 1889.

29) Dohrn A. Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Arthropoden. b. Zur Entwicklungsgeschichte der Panzerkrebse (Loricata). Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 20. 1870.

30) Herrick, J. H. The Development of the American Lobster: Homarus Americanus. John Hopkins Univ. Circular. Vol. 9. Nr. 80, 1890. Idem: The Development of the American Lobster. Zool. Anzeiger. 14 Jahrgang. 1891.

31) Rossijskaja M. Le développement d'Orchestia littorea. Bulletin Soc. Natur. Moscou. (2). T. 2. 1888. Eadem (Rossijskaja-Koschewnikowa): Le développement de la Sunamphitoë valida Czern. et de l'Amphitoë picta. Rathke. Bull. Soc. Nat. Moscou. 1890.

32) Wheeler W. M. Neuroblasts in the Arthropod Embryo Journal of Morpholog. 4 Vol. 1891.

33) Graber V. Vergleichende Studien am Keimstreif der Insecten. Denkschriften d. Acad. d. Wissensch. Wien. B. 57. 1890.

34) Viallanes H. Sur quelques points de l'histoire du développement embryonnaire de la Mante religieuse. Recueil Biolog. du Nord de la France. T. 2. 1889—1890.

35) Tichomirow A. Istoria razwitia szełkowicznaho tutoprjada (Bombyx mori). Trudy Zool Muzea Mosk. Uniw. Moskwa 1882.

36) Hatschek B. Beiträge zur Entwickl. der Lepidopteren. Jenaische Zeitschrift für Naturwiss. B. 11. 1877.

37) Nusbaum J. Struna i struna Leydiga u owadów. Kosmos. Lwów, 1886.

38) Grenacher H. Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden. Göttingen, 1879.

39) Parker G. H. The history and development of the eye in the Lobster. Bul. Mus. Comp. Zool. Cambridge. 1890.

[40]) Lebiedynskij J. Nabliudenija nad razwitiem Eripha spiniformis. Zapiski Nowoross. Obszcz. Jestestwoisp. Odessa. 1889.

[41]) Claus C. Untersuchungen über die Organisation und Entwicklung von Branchipus u. Artemia. Arbeit. Zool. Inst. Wien. 6. B. 1886.

[42]) Herrick F. H. The development of the compouned eye of Alpheus. Zoolog. Anzeiger. 1889.

[43]) Herrick F. H. Notes of the Embryology of Alpheus and other Crustacea and on the development of the compouned eye. John Hopk. Univ. Circular, 1886, 1887.

[44]) Ray-Lankester E. Appendages and nervous system of Apus cancriformis. Quart. Journ. Micr. Sc., 1881.

[45]) Packard A. S. On the structure of the brain of the sessil-eyed Crustacea. Mem. of the Nat. Acad. of Science. Washington, 1884.

[46]) Roule L Sur le développement des fibres musculaires. Comptes Rendus No 4, 1891.

[47]) Perejaslawzewa S. Le développement de Gammarus poecilurus Rathke, Le développement de Caprella Chrnw. Bull. Soc. Nat. Moscou (2) 1888.

[48]) Bütschli O. Eine Hypothese bezüglich der phylogenetischen Herleitung des Blutgefässaparates. Morphol. Jahrbuch. B. VIII.

[49]) Schimkewitsch W. Noch etwas über die Identität der Herzbildung bei den Metazoen. Zool. Anzeiger, 1885.

[50]) Claus C. Ueber Apseudes Latreillii und die Tanaiden. Arb. Zoolog. Instit. Wien. 7 B. 1888.

Tabellarum I—VI explicatio

Omnes figurae partim e microscopio Merkeri et Ebelingi, partim e microscopio Reicherti camera lucida delineatae sunt.

Literarum explicatio.

a', *an'* — antennuale.
a'', *an''* — antennae.
ab', *ab⁷* — pedes abdominales.
an — anus.
bl. — blastoderma.
b. z. — membrana vitellina (Dotterhaut).
b'. z' — corpuscula sanguinis.
c — cuticula, cornea.
ch — chorion.
coel. — coelom.
c. c. — conus cristallinus.
cr. b. — cardioblast.
cz. ł. — pars conjungens.
d. — diaphragma inferius.
s. ep. — pars constricta epipoditis.
d. g. — diaphragma superius.

d. s. — diaphragma pericardiale.
ec. — ectoderma.
en. — entoderma.
endop. — endopodit.
exop. — exopodit.
epim. — epimerae.
ep'. — lamina interna pleurae.
e. ms. — cellulae mesodermatis.
f', *fp.* — plica longitudinalis, tubam primariam hepaticam dividens.
f. o. g. — plicae laterales organi dorsalis.
g. a', *g. an'.* — ganglion antennulare.
g. a''., *g. an''.* — ganglion antennale.
g. p. a'., *g. p. an'.* — ganglion praeantennulare.
g. o. — ganglion opticum.
g. md. — ganglion mandibulare.
g. s. — glandula salivalis.
g. $a^1b.$, *g.* $a^7b.$ — 1—7 ganglion abdominale.
g. $t.^1$, *g.* t^7 — 1—7 ganglion thoracicum.
h, *h'* — tubae hepaticae.
j. s. w. — intestinum medium.
k. z. — cellulae vitellinae.
k. s. s. — cellulae funiculi mediani.
k. b. — cellulae pigmentosae.
k. s. w. — cellulae in substantia fibrosa (Punktsubtanz).
l, *l'*. — labium superius, inferius.
l. o. — lobus opticus.
m. — mesoderma.
m' — intumescentiae laterales blastodermatis (mesodermales).
m'' — magnae cellulae mesodermatis.
md. — mandibula.
m'. d'. — intestinum medium (Mitteldarm).
m. o., *m'. o'.* — cellulae mesodermatis oculi.
n. — nuclei.
n. s. — sympathicus.
n. S. — nuclei Semperi.
n. c. c. — nuclei cellularum, quae formant con. cristallin. oculi.
o. g. — organum dorsale (Rückenorgan).
o. — lobus opticus.
p. d. — stratum pigmentosum inferius oculi.
pr. — proctodaeum.
p. i. o. — cellulae pigmentosae oculi (formantes „Zwischenpfeiler").
p. s. — stratum pigmentosum medium oculi.
prot.. — protopodit.
p'. s'. — substantia fibrosa (Punktsubstanz).
r. — stratum externum cellularum in ganglione optico.
r. z. — cellulae retinulae.
st. — stomodaeum.
s. n. — systema nervosum.
s, ep. — pars constricta epipoditis.

s. s. — funiculus medianus (Medianstrang) systematis nervosi.
w. e. — intumescentia impar blastodermatis, posterior (entodermalis).
w. j. — magnae cellulae (grosse Ganglienzellen) nervosae.
w. cr. b. — stratum internum parietis cordis.
v. — vitellus.
zg. o. — intumescentia ectodermalis ad oculum formandum.

Fig. 1—3.

Ova Ligiae e superficie (Color. carm. borac. Grenacheri). Oc. 2. Ob. 3. M. et Ebel.

Fig. 4.

Zona embryonalis (Keimstreif) Ligiae, isolata e superficie (Naupliusstadium) Oc. 4. Ob. 3. M. et Ebel.

Fig. 5.

Pars posterior eaedem zonae embryonalis e superficie interna. Oc. 4. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 6.

Pars posterior zonae embryonalis Onisci murarii, e superficie interna. Oc. 4. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 7.

Zona embryonalis Onisci murarii isolata, e superficie. Oc. 2. Ob. 3. Reichert.

Fig. 8.

Pars anterior zonae embryonalis Ligiae, isolata, e superficie. Oc. 3. Ob. 4 Reichert.

Fig. 9.

Tres anteriores pedes thoracis e zona embryonale Onisci murarii. Oc. 4. Ob. 4. Reichert

Fig. 10.

Pars posterior zonae embryonalis Onisci, isolata, e superficie. Oc. 3. Ob. 4. Reichert.

Fig. 11.

Pars media zonae embryonalis Onisci, isolata, e superficie, aliquot senius quam in Fig. 10. Oc. 3 Ob. 4. Reichert.

Fig. 12.

Pars sectionis longitudinalis per partem posteriorem zonae embryonalis Ligiae. (Naupliusstadium). Oc. 4. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 13.

Sectio per ovum Ligiae (cum duobus nucleis in disco blastodermatis). Oc. 4. Ob. 3. M. et Ebel.

Fig. 14.

Idem, aliquot senius quam in Fig. 13. Oc. 4. Ob. 3. M. et Ebel.

Fig. 15—16.

Nuclei blastodermatis (Ligia). Oc. 4. Ob. 1/15 b. imm. ol. M. et Ebel.

Fig. 17.

Pars sectionis per discum embryonalem Ligiae (Keimscheibe). Oc. 2. Ob. 6.

Fig. 18—20.

Sectiones longitudinales per partem posteriorem futurae zonae embryonalis Ligiae (per discum embryonalem). Oc. 4. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 21—26.

Sectiones transversariae per discum embryonalem Ligiae (Keimscheibe); gastrulatio. Oc. 2. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 27—31.

Sectiones transversariae per discum embryonalem Ligiae (Keimscheibe); gastrulatio. Oc. 4. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 32—33.

Sectiones transversariae per discum embryonalem Ligiae, seniorem quam in Fig. 21—31. Oc. 2. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 34—36.

Sectiones transversariae e parte anteriore embryonis Ligiae. Oc. 2. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 37.

Sectio transversaria per stomodaeum Ligiae. Oc. 2. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 38—44.

Sectiones transversariae per embryonem, seniorem quam in Fig. 34—37. (Ligia). Oc. 2. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 45—46.

Sectiones longitudinales dorsoventrales per embryonem Ligiae. Oc. 2. Ob. 4., Reichert.

Fig. 47.

Pars inferior sectionis transversariae per embryonem Ligiae cum duabus accumulationibus entodermatis. Oc. 2. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 48.

Pars sinistra, inferior sectionis transversariae per embryonem Ligiae e regione anteriore (aliquot junior quam in Fig. 47). Oc. 2. Ob. 7., Reichert.

Fig. 49.

Sectiones transversariae per tubas hepaticas embryonis Ligiae. Oc. 2. Ob. 9. Reichert.

Fig. 50.

Schema evolutionem canalis intestinalis Ligiae illustrans.

Fig. 51.

Embryo Ligiae cum organo dorsale. Oc. 2. Ob. 3. M. et Ebel.

Fig. 52.

Embryo Ligiae, elongatus, cum organo dorsale.

Fig. 53.

Pars superior sectionis transversariae per embryonem Ligiae, e regione anteriore corporis. Oc. 2. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 54.

Sectio transversaria per organum dorsale Ligiae. Oc. 3. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 55.

Organum dorsale Ligiae, isolatum, de superficie inferiore. Oc. 2. Ob. 4. Reichert.

Fig. 56.

Pars inferior sectionis longitudinalis, dorsoventralis per embryonem Ligiae. Oc. 3. Ob. 4. Reichert.

Fig. 57.

Pars anterior zonae embryonalis Ligiae, isolata, de superficie. Oc. 3. Ob. 4. Reichert.

Fig. 58.

Pars anterior zonae embryonalis Ligiae, isolata, de superficie (aliquot senior quam in Fig. 57). Oc. 2. Ob. 7. Reichert.

Fig. 59–61.

Sectiones transversariae per partem anteriorem embryonis Ligiae. Oc. 2. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 62.

Pars anterior sectionis longitudinalis, dorsoventralis, per embryonem Ligiae. Oc. 3 Ob. 7. Reichert.

Fig. 63.

Sectiones horizontales per cerebrum juvenis Ligiae. Oc. 2. Ob 6. M. et Ebel.

Fig. 64.

Pars zonae embryonalis Ligiae, isolata. Oc. 4. Ob. 4. Reichert.

Fig. 65—66.

Sectiones transversariae per systema nervosum embryonis Ligiae. Oc. 4. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 67—70.

Sectiones transversariae per ganglia et commissuras longitudinales systematis nervosi embryonis Ligiae. Oc. 4. Ob. 7 a. Reichert.

Fig. 71.

Pars sectionis longitudinalis, dorsoventralis per systema nervosum Ligiae. Oc. 4. Ob 6. M. et Ebel.

Fig. 72.

Pars posterior systematis nervosi ex embryone Ligiae, isolata, de superficie. Oc. 2. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 73—74.

Sectiones transversariae per regionem anteriorem corporis, ex embryone Ligiae. Oc. 2. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 75.

Pars sectionis longitudinalis per 2 ommatidia (embryo Ligiae). Oc. 4. Ob. 1/15 B. ol. im. M. Ebel.

Fig. 76.

Sectio longitudinalis, dorsoventralis per embryon. oculum et gangl. optic. (Ligia). Oc. 4. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 77—78.

Partes sectionum horizontalium per embryon. oculum (Ligia). Oc. 4. Ob. 1/15 B. ol. imm. M. et Ebel.

Fig. 79.

Pars sectionis horizontalis per embryon. oculum. (Ligia). Oc. 4. Ob. 1/15 B. ol. imm. M. et Ebel.

Fig. 79 B.

Sectio transversaria per posteriorem partem embryonis Ligiae. Oc. 2. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 80.

Pars superior sectionis transversariae per posteriorem partem embr. Ligiae. Oc. 2. Ob. 6. M. et Ebel.

Fig. 81.

Pars superior sinistra sectionis transversariae per posteriorem partem embryonis Ligiae. (Formatio cordis). Oc. 2. Ob. 1/15 B. ol. imm. M. et Ebel.

Fig. 82.

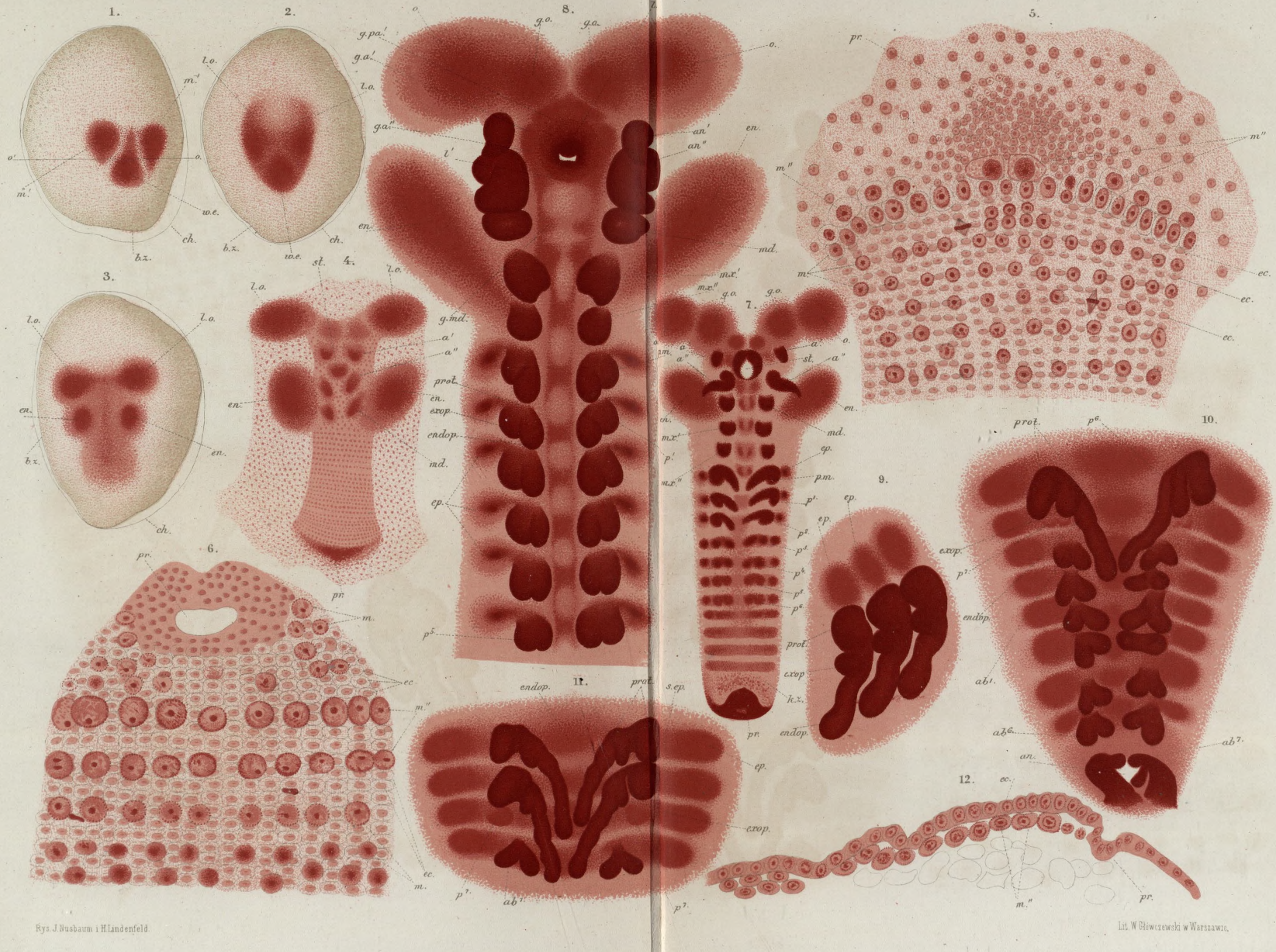
Sectio transversaria per tubam cordis, ex embryone Ligiae. Oc. 2. Ob. 1/15 B. ol. imm. M. et Ebel.

Fig. 83.

Pars parietis cordis embryonalis, sectio transversaria (Ligia). Oc. 4. Ob. 1/15 B. ol. imm. M. et Ebel.

Fig. 84.

a Sectio transversaria, *b* sectio longitudinalis per elementum myoblasticum. Oc. 5. Ob. 1/15 B. ol. immers. M. et Ebel.



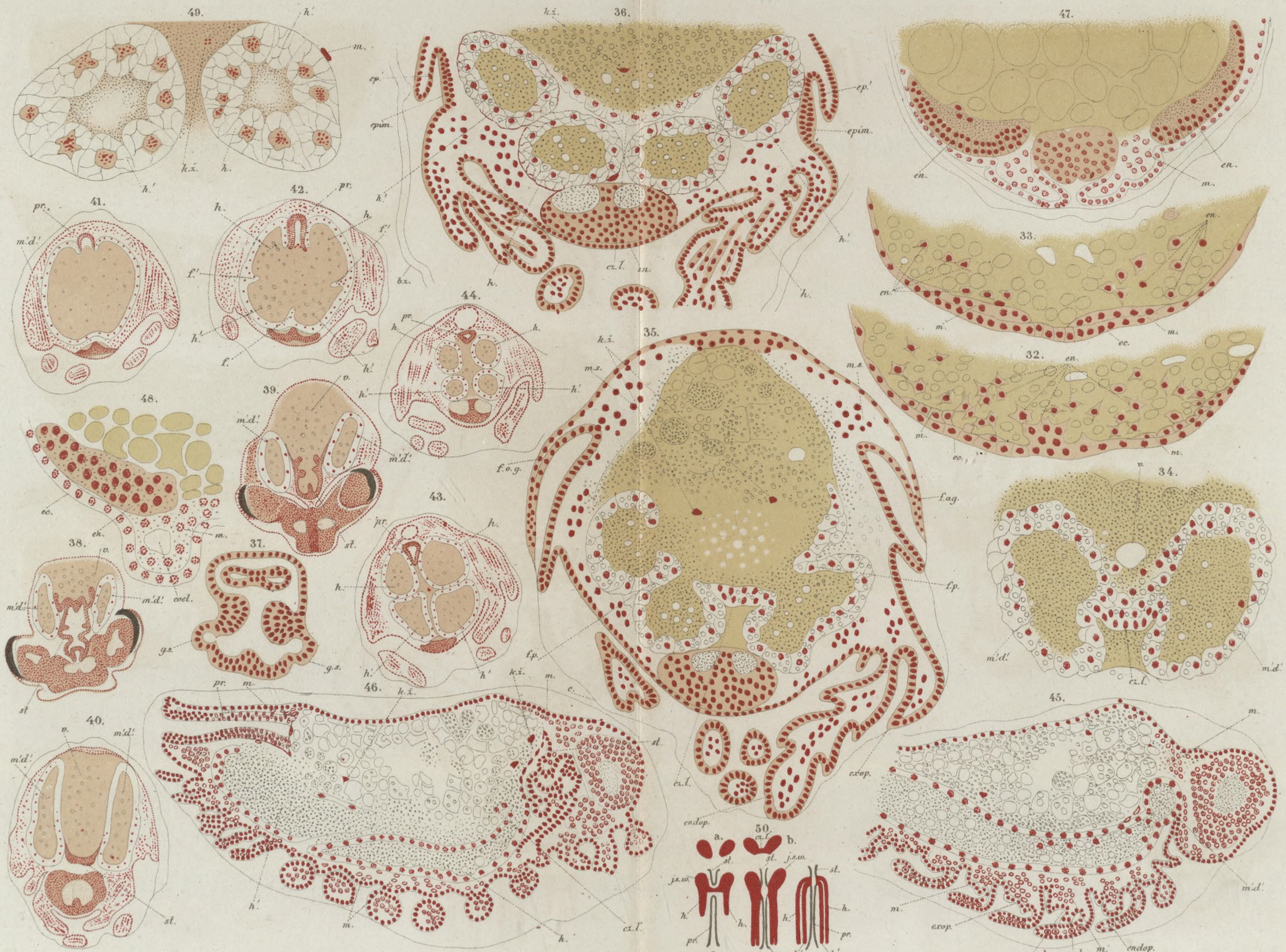
Rys. J. Nusbaum i H. Lindenfeld.

Lit. W Główczewski w Warszawie.



Rys. J. Nusbaum

Lit. W. Główczewski w Warszawie.



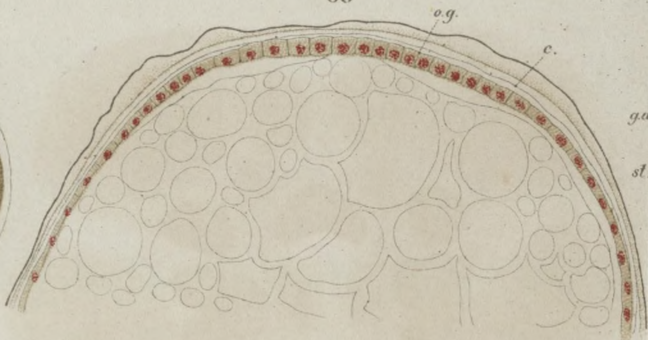
Rys. J. Nusbaum.

Lit. W. Główczewski w Warszawie.

51.



53



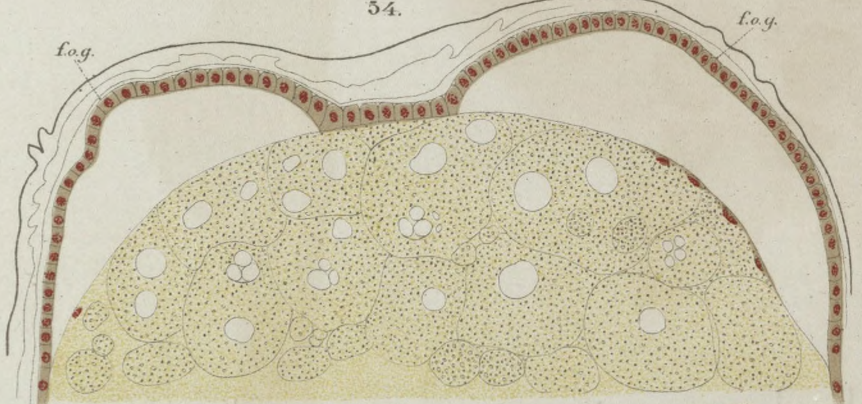
57.



55.



54.



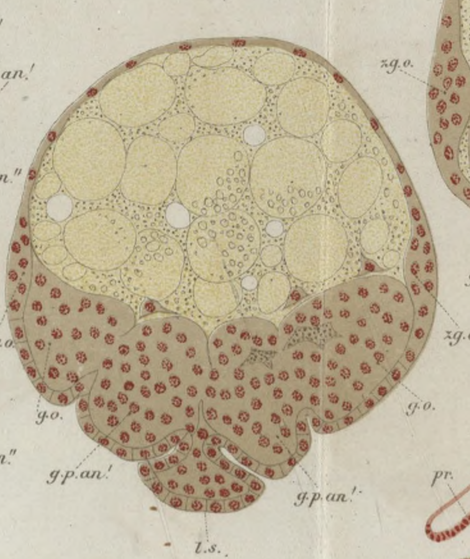
52.



58.



59.



60.



56.



Rys. J. Nusbaum

Lit W. Główczewski w Warszawie



Rys. J. Nusbaum

Lit. W. Główczewski w Warszawie.

Tab. VI.



Rys: J. Nusbaum.

Lit. W. Główczewski w Warszawie.